



TUGAS AKHIR – TI 141501

**ANALISIS PERGERAKAN ASET TRANSPORTASI
PADA DEPO PETI KEMAS (STUDI KASUS: PT X)**

**CHRISMAN PINONDANG
2511 100 187**

Dosen Pembimbing :
Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D

Dosen Ko-Pembimbing :
Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT – TI 141324

**ANALYSIS OF TRANSPORTATION ASSET
MOVEMENT ON CONTAINER DEPOT (STUDY
CASE: PT X)**

**CHRISMAN PINONDANG
2511 100 187**

Supervisor I
Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D

Supervisor II
Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

**ANALISIS PERGERAKAN ASET TRANSPORTASI PADA DEPO PETI
KEMAS (STUDI KASUS: PT X)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada Program Studi S-1

Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

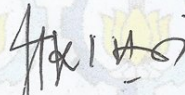
Oleh:

CHRISMAN PINONDANG

NRP. 2511 100 187

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

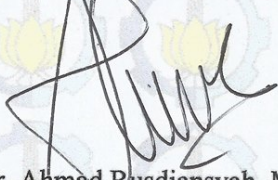
Dosen Pembimbing



Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D

NIP. 197007211997021001

Dosen-Co-Pembimbing



Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP

NIP. 197007211997021001



SURABAYA, AGUSTUS 2015

ANALISIS PERGERAKAN ASET TRANSPORTASI PADA DEPO PETI KEMAS (STUDI KASUS: PT X)

Nama	: Chrisman Pinondang
NRP	: 2511100187
Pembimbing	: Nurhadi Siswanto, ST., MSIE, Ph.D
Co. Pembimbing	: Ahmad Rusdiansyah, Dr. Eng, CSCP

ABSTRAK

Depo peti kemas merupakan kegiatan usaha yang meliputi penyimpanan, penumpukan, serta kegiatan sekunder lain dalam pengiriman barang pada jalur laut. Bentuk usaha pada sektor *inland waterways transport* memiliki peranan penting dalam pengiriman barang melalui jalur laut. Bentuk usaha ini dapat mengamati ketidakpastian pada karakteristik permintaan terhadap skedul yang ada, sehingga antrian pada dermaga dapat direduksi. Analisis terhadap penggunaan aset transportasi dibutuhkan untuk dapat mengefisiensikan kerja pada depo peti kemas. Analisis dilakukan untuk mendapatkan skenario terbaik dalam jangka kerja satu bulan kedepan pada sistem kerja depo peti kemas. Oleh karena itu, model simulasi kejadian diskret digunakan untuk memodelkan proses kerja pada depo peti kemas. Perbaikan yang dilakukan akan diukur berdasarkan *service level* dari waktu proses yang diberikan. Namun, penambahan *service level* akan kembali merubah inputan dari permintaan terhadap model simulasi yang dibangun pada periode berikutnya sehingga harus dilakukan analisis kembali dengan menggunakan model *service sensitive demand*. Analisis perbaikan pada model dilakukan dengan mengamati perubahan *service level* dalam jangka waktu satu minggu. Selanjutnya, model perbaikan akan dibandingkan dengan kinerja eksisting bulanan.

Kata Kunci: *Inland Waterways Transport*, Simulasi Kejadian Diskret, *Service-Sensitive Demand*

ANALYSIS OF TRANSPORTATION ASSET MOVEMENT ON CONTAINER DEPOT (STUDY CASE: PT X)

Name	: Chrisman Pinondang
Student Id.	: 2511100187
Supervisor	: Nurhadi Siswanto, ST., MSIE, Ph.D
Co-Supervisor	: Ahmad Rusdiansyah, Dr. Eng, CSCP

ABSTRACT

Container depot is a business activity consist of storage, hoarding, and other secondary shipping activity in waterways transportation. The form of the business in inland waterways transport sector has an important role on the shipping waterways activity. The form can observe uncertainty on the demand characteristics of the existing schedule, so the queues at the pier can be reduced. Analysis of the transportation assets utilization is needed to streamline process at the container depot. Analysis is performed to obtain best scenario within next one-month period at container depot system. Therefore, discrete event simulation are used to model the working process at container depot. Improvements will be measured based on the service level of the given processing time. However, the addition of value of service level will provide feedback loop to change the input of the demand on simulation model at the next period, so it should be re-analyzed using service-sensitive demand. Analysis of improvement on the model performed by measuring service level at one-week period. Then, improved model will be compared with the existing system monthly performance.

Keywords: Inland Waterways Transport, Discrete Event Simulation, Service-Sensitive Demand

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Yesus Kristus atas limpah kasihnya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Laporan tugas akhir ini diajukan sebagai syarat penyelesaian Strata-1 di Jurusan Teknik Industri. Laporan tugas akhir yang berjudul “Analisis pergerakan aset transportasi pada depo peti kemas (studi kasus: pt x)” tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Terimakasih pada Yesus Kristus yang telah memberikan berkat pada penulis. Oleh kasih karunia-Nya penulis dapat mengerjakan laporan ini dengan baik.
2. Andreas Manaor, saudara laki-laki dari penulis yang mampu menjadi teladan penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik dan tepat waktu.
3. Ida Sabar Mangisi Pasaribu selaku ibu penulis yang dapat memberikan semangat kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir melalui doa-doanya.
4. Satria Manurung & Emilia Lintin selaku orang tua penulis yang memberikan dukungan langsung kepada penulis sehingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Nurhadi Siswanto, ST., MSIE, Ph.D selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan kritik dan saran terhadap laporan dari awal proses pengerjaan hingga akhir pengumpulan.
6. Bapak Sugeng dan Bapak Minto yang turut membantu penulis dalam memberikan pemahaman terkait pengerjaan laporan ini.
7. Griselda Tassa Hosiana selaku teman, sahabat, serta partner bagi penulis. Seseorang yang selalu memberikan dukungan dalam menyelesaikan perkuliahan di teknik industri ITS.
8. Keluarga MK 56 (Tole, Bejo, Beruk, Husni, Dije, Mario, Tara, Mba Prih, Mba Ria, Ketu) yang menjadi keluarga penulis selama menjalani masa perkuliahan pada Teknik Industri.
9. Muhhamad Arief Hendarwan dan Syafitri Hayati selaku pasangan yang menjadi teman baik bagi penulis. Terimakasih untuk waktunya. Afi Ayo pisang ijo!

10. Tim kerja IE FAIR 12/13 (Mba-bro Ratri, Mas Gusti, Mba Puhenk, Mas Imam, Satrio, Dean, Husni, Ninon, Mutiara, Edo, Gio, Ayu) yang menempa penulis untuk *survive* dalam kondisi yang tidak nyaman baik itu sengaja dan tidak sengaja.
11. Admin 2011 (Aan, Resa, Friska, Ovita, Agni, Ninon, Mike, Lola) yang telah memberikan semangat serta pengalaman berharga bagi penulis.
12. Admin KOI (Saka, Surya, Ade, Tia, Myra, Lilla, Agung, Mila, Deo, dan adik-adik serta mas-mbak, abang-kakak sekalian) yang dapat memberikan motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
13. VERESIS 2011 (Nuansa, Kuntoro, Gane, Bram, dan 180an orang lainnya) yang telah menjadi sebuah keluarga baru bagi penulis yang menjadi teman suka maupun duka.
14. Alumni BTA 45 (Agnes, Demi, Arina, Asa, Furqon, Ivan, Radit, dan lainnya) yang masih tetap mampu menjadi motivasi penulis dalam menjalani perkuliahan.
15. Penghuni warkop yang dapat menjadi teman bagi penulis selama mengerjakan tugas akhir.
16. Dragonball Xenoverse sebagai game ter-*epic* yang selalu menemani hari-hari penulis selama membuat laporan.

Penulis terbuka terhadap kritik dan saran apabila terdapat kekurangan dalam tugas akhir ini. Penelitian tugas akhir ini diharapkan dapat bermanfaat untuk keilmuan teknik industri khususnya bagi rekan-rekan Teknik Industri ITS.

Surabaya, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2	7
2.1 <i>Inland Waterways Transport (IWT)</i>	7
2.2 Depo Peti Kemas	7
2.3 Peti Kemas	8
2.4 Transportasi	9
2.4.1 Truk Trailer	9
2.4.2 Reach Stacker	10
2.4.3 Kapal Peti Kemas (Vessel)	10
2.5 Sistem	10
2.6 Model	11
2.7 <i>Service-Sensitive Demand</i>	11
2.8 Simulasi	11
2.8.1 Simulasi Kejadian Diskret	11
2.8.2 Simulasi Sistem Dinamis	12
2.8.3 Hybrid Simulation/Analittical Models	12

BAB 3	17
3.1 Pengambilan Data	17
3.2 Pemrosesan Data	18
3.3 Pembangunan Model	18
3.3.1 Model Simulasi Kejadian Diskret.....	18
3.3.2 Model Analitis Peramalan Service-Sensitive Demand.....	20
3.3.3 Komunikasi Antar Model	20
3.4 Verifikasi & Validasi	21
3.5 Skenario Perbaikan	21
3.6 Perbandingan <i>Output</i> Antar Model	21
BAB 4	23
4.1 Deskripsi Ranah Kerja Perusahaan	23
4.2 Konseptual Penelitian pada Sistem Amatan	23
4.2.1 Diagram Sebab Akibat Sistem Amatan	23
4.2.2 Activity Cycle Diagram (ACD) Sistem Kerja Depo Amatan.....	25
4.3 Metode Simulasi	25
4.3.1 Simulasi Kondisi Eksisting.....	25
4.3.2 Simulasi Kondisi Steady-State	27
4.3.3 Verifikasi Model.....	28
4.3.4 Validasi Model	30
4.3.5 Output Simulasi Kondisi Eksisting	32
4.4 Model Analitis Service-Sensitive Demand.....	32
4.4.1 Perhitungan Service Level.....	32
4.4.2 Service-Sensitive Demand.....	33
BAB 5	35
5.1 Batasan Umum Pemilihan Skenario	35
5.2 Skenario Perbaikan	35
5.3 Perbandingan Output Simulasi Perbaikan	39
5.4 Analisis Output	40
BAB 6	42
6.1 Kesimpulan	43
6.2 Saran	43

DAFTAR PUSTAKA	45
DAFTAR LAMPIRAN	47
BIODATA PENULIS	56

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil <i>Fitting</i> Data Permintaan.....	26
Tabel 4. 2 Jarak Antar Depo dan Dermaga (dalam Meter)	27
Tabel 4.3 Perbandingan <i>Output</i> Simulasi dengan Sistem Nyata	30
Tabel 4.4 <i>Service Level</i> pada Depo	33
Tabel 5.1 Skenario Perbaikan	36
Tabel 5.2 Utilisasi Aset Transportasi Eksisting Minggu Awal.....	36
Tabel 5.3 <i>Service-Sensitive Demand</i> Skenario I	37
Tabel 5.4 <i>Service-Sensitive Demand</i> Skenario II.....	37
Tabel 5.5 <i>Service-Sensitive Demand</i> Skenario III.....	38
Tabel 5.6 Perbandingan antar Skenario Minggu I	39
Tabel 5.7 Perbandingan Rata-Rata <i>Service Level</i> Akhir Bulan	40

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 (a) Proses Pengiriman <i>Stuffing</i> Dalam (b) Proses Pengiriman Untuk <i>Stuffing</i> Luar.....	2
Gambar 2.1 Teritori Proses Kerja <i>Inland Waterways Transport</i>	7
Gambar 2.2 Truk <i>Trailer</i>	10
Gambar 2.3 <i>Reach Stacker</i> (Adaptalift Hyster, 2015)	10
Gambar 2.4 Gabungan Model Simulasi/Analitis Kelas I.....	13
Gambar 2.5 Gabungan Model Simulasi/Analitis Kelas II	14
Gambar 2.6 Gabungan Model Simulasi/Analitis Kelas III	14
Gambar 2.7 Gabungan Model Simulasi/Analitis Kelas IV	15
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	17
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Submodel Pembangunan Simulasi Kejadian Diskret	19
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Submodel Pembangunan Model <i>Service-Sensitive Demand</i>	20
Gambar 3.4 Hubungan <i>Input-Output</i> antar Metode	21
Gambar 4.1 Diagram Sebab-Akibat Sistem Amatan	24
Gambar 4.2 Alur Pengolahan Data	24
Gambar 4.3 <i>Activity Cycle Diagram</i> Sistem Amatan.....	25
Gambar 4.4 Grafik Simulasi Kondisi <i>Steady –state</i>	28
Gambar 4.5 Verifikasi <i>Syntax</i> ARENA	29
Gambar 4.6 Verifikasi Model Antar Blok.....	29

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

Bab ini akan menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan dan asumsi serta sistematika penulisan laporan tugas akhir mengenai analisis aset transportasi dan pergerakan peti kemas.

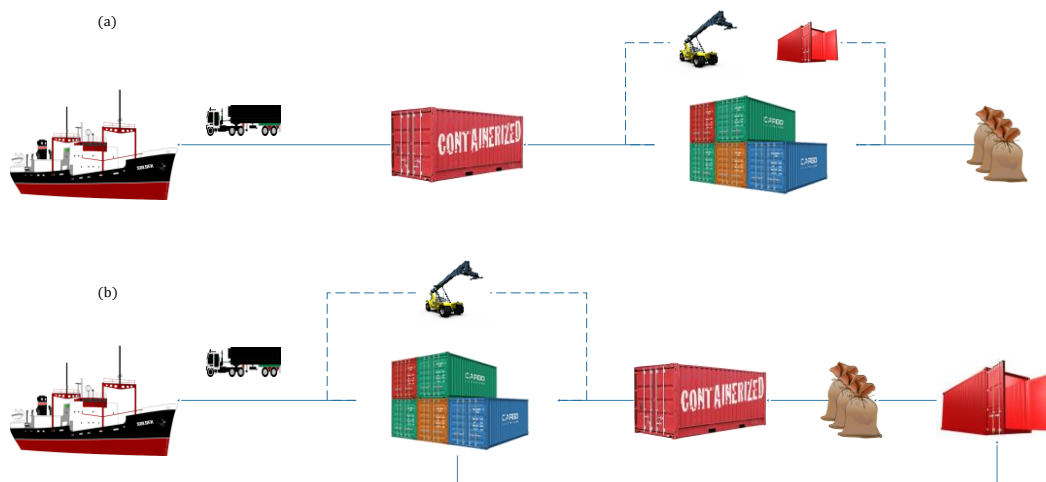
1.1 Latar Belakang

Pembangunan industri dapat dikembangkan pada sektor transportasi laut. Potensi laut Indonesia dapat dikembangkan menjadi industri bisnis berbasis kelautan pada bidang jasa kelautan transportasi laut, sehingga mampu mendorong sumber pertumbuhan ekonomi bangsa (Sekretaris Dewan Kelautan Indonesia, 2012). Pada sektor bisnis industri transportasi laut terdapat sektor *inland* yang mempunyai cakupan proses bisnis pada jalur darat seperti proses *trucking*, penyewaan peti kemas, dan lain-lain, serta sektor *outland* yang mempunyai cakupan proses bisnis pada sektor pelayaran seperti penyedia jasa kapal.

Perusahaan peti kemas merupakan salah satu bentuk usaha *inland* yang terdapat industri pada sektor laut, hal ini dikarenakan peti kemas mempunyai peranan penting dalam pengiriman barang multimoda. Usaha peti kemas merupakan sebuah usaha pada bidang pengemasan barang yang akan dikirim. Terdapat beberapa atribut yang perlu diperhatikan oleh sebuah perusahaan peti kemas sektor transportasi laut yang berkaitan dengan permintaan terhadap penggunaan jasa perusahaan tersebut. Atribut yang perlu diperhatikan tersebut meliputi kesesuaian *schedule* yang diberikan, kualitas pelayanan yang mampu bersaing, serta harga sewa yang diberikan (Manurung, 2015). Harga sewa yang diberikan memiliki pengaruh terhadap persaingan untuk memperoleh permintaan, kualitas pelayanan perlu diamati dari kinerja dari aset yang dimiliki agar menjaga waktu pelayanan karena waktu pelayanan dapat berpengaruh pada permintaan pada selang waktu berikutnya, namun jumlah permintaan dapat menambah tingkat kongesti pelabuhan yang berimbas pada pengembalian peti kemas sehingga dapat mempengaruhi skedul kapal hingga waktu pelayanan hingga mempengaruhi

service level yang ditargetkan perusahaan. Pada industri sektor kelautan, ketersediaan aset merupakan faktor penting yang perlu untuk diperhatikan. Ketersediaan aset berpengaruh pada *demand* yang dapat dilayani. Perhatian terhadap total aset dibutuhkan untuk menunjang *service level* untuk setiap *demand* yang datang guna meminimasi total waktu tunggu pada proses penumpukan depo peti kemas akibat ketidakmampuan sistem kerja untuk memproses *demand* yang datang. Aset yang perlu untuk diperhatikan pada proses bisnis perusahaan peti kemas untuk meningkatkan pelayanan ialah *resource* yang terkait transportasi, sumber daya manusia, dan jumlah ketersediaan peti kemas kosong pada suatu depo *container*.

Transportasi merupakan sistem pengangkutan barang menggunakan berbagai jenis moda transportasi. Sedangkan moda transportasi adalah alat angkut untuk pengangkutan barang. Jenis dari moda transportasi meliputi darat, laut, dan udara. Pada proses bisnis perusahaan peti kemas, transportasi yang digunakan meliputi truk container untuk perpindahan peti kemas dari atau ke depo, *reach stacker* untuk penyusunan peti kemas, *forklift* untuk kebutuhan proses *stuffing/unstuffing*, dan kapal *container* untuk transportasi antar pulau. Peti Kemas merupakan peti yang digunakan untuk mengemas *demand* sesuai kebutuhannya sebelum diangkut menggunakan kapal peti kemas.



Gambar 1. 1 (a) Proses Pengiriman *Stuffing* Dalam (b) Proses Pengiriman Untuk *Stuffing* Luar

Terdapat dua alur proses pada depo *container* terkait masuknya permintaan terhadap peti kemas. Pada alur pertama (Gambar 1.1[a]) *demand* datang ke depo *container* perusahaan lalu dilakukan proses *stuffing* kemudian ditransportasikan ke dermaga untuk dinaikkan ke atas kapal untuk dikirim ke tujuan. Pada alur kedua (Gambar 1.1[b]) pemilik barang meminta *container* kosong dari depo untuk melakukan proses pada *stuffing* luar lalu dikirim kembali ke depo untuk ditumpuk yang kemudian akan di transportasikan ke dermaga. *Reach Stacker* digunakan untuk memindahkan peti kemas dari atau ke truk serta mengatur pada penumpukan depo.

Service level pada proses kerja depo diukur melalui seberapa lama suatu permintaan berada dalam depo petikemas. Perusahaan memiliki *service level agreement* terkait target waktu maksimal sebuah permintaan berada pada suatu depo petikemas. Lamanya permintaan berada pada suatu depo peti kemas berkaitan dengan ketersediaan jumlah aset transportasi yang mampu melayani antrian permintaan yang masuk, sehingga jumlah serta alokasi dari setiap aset transportasi harus dianalisis sehingga didapat sistem kerja yang lebih efektif pada tiap depo.

Perhatian terhadap total aset yang melalui kedua jalur proses berikutnya akan dianalisis menggunakan metode simulasi. Metode simulasi juga dapat menunjukkan hubungan antara total aset pada proses yang ada terhadap permintaan pada selang waktu berikutnya. Model simulasi digunakan sebagai representasi model nyata agar dapat dianalisis masalah yang dapat menghambat kelancaran dari proses, sehingga dapat menjadi penyebab sistem tidak berlangsung sebagaimana mestinya. Model simulasi dapat mengamati perilaku sistem, sehingga dapat dilakukan eksperimen terhadap sistem amatan tersebut guna menemukan pola sistem yang cocok untuk permasalahan. Aplikasi metode simulasi dari permasalahan ini berguna untuk dapat dilakukannya analisis perbaikan terhadap jumlah aset transportasi dari setiap depo peti kemas perusahaan guna menjaga kelancaran proses bisnis perusahaan tersebut, sehingga dapat memenuhi target *service level* perusahaan tanpa harus mengeluarkan biaya lebih, meluangkan waktu banyak, dan menanggung risiko apabila eksperimen dikenakan pada sistem amatan secara langsung.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ditinjau, permasalahan yang dibahas pada penelitian ini adalah untuk menganalisis jumlah serta alokasi aset transportasi yang lebih efektif serta hubungannya terhadap jumlah permintaan, sehingga dapat terjadi peningkatan pada *service level*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kebijakan terhadap penambahan jumlah truk *container* yang dialokasikan PT X di Surabaya.
2. Menentukan alokasi jumlah *reach stacker* pada tiap depo *container* PT X di Surabaya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah terjadi kelancaran proses bisnis berdasarkan waktu tunggu dan peningkatan *service level* pada perusahaan peti kemas PT. X

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini terdiri dari batasan dan asumsi yang berguna untuk membatasi penelitian karena begitu luasnya lingkup penelitian. Berikut batasan yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Objek yang diamati pada penelitian ini merupakan proses bisnis peti kemas PT X pada daerah Surabaya.
2. Sistem amatan pada penelitian ini merupakan proses kerja pada depo peti kemas dari *demand* datang hingga keluar dari depo.
3. Atribut yang diamati pada sistem objek amatan adalah keterkaitan permintaan dengan harga sewa peti kemas per TEU dan kualitas pelayanan perusahaan.
4. Jenis peti kemas yang diamati adalah peti kemas jenis *Dry* dengan ukuran 20 *feet* dan 40 *feet*. Peti kemas jenis ini adalah jenis yang paling banyak digunakan tanpa aturan khusus pada proses operasional.

5. Perhitungan terhadap biaya investasi tidak digunakan pada setiap pemilihan skenario.

Sedangkan asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pekerja untuk *stuffing/ unstuffing* dianggap selalu mencukupi.
2. Tingkat *Failure* dari aset yang diamati dianggap nol.
3. Truk tidak disewakan untuk mengangkut peti kemas kosong pada *demand stuffing* luar.
4. Penunggakan pembayaran tidak terjadi dari pihak *consignee* (pemilik barang) yang dapat menyebabkan sistem perpindahan peti kemas tertahan.
5. Perubahan *service level* dievaluasi pada akhir minggu skenario dikenakan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan terdiri dari rincian isi masing-masing bab dari laporan penelitian ini. Paparan dari sistematika penulisan masing-masing bab dalam laporan penelitian ini.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang dilakukannya penelitian, permasalahan yang akan diselesaikan, tujuan dilakukannya penelitian, manfaat yang akan diperoleh dari penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan yang digunakan pada laporan penelitian ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan terhadap penelitian yang dilakukan dengan menggunakan studi literatur yang membantu peneliti untuk memahami permasalahan yang akan diselesaikan dan metode yang sesuai dengan permasalahan. Pada tinjauan pustaka penelitian ini dipaparkan mengenai aset transportasi, peti kemas, serta metode simulasi kejadian diskret.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai metodologi penelitian yang digunakan dalam melakukan penelitian. Metodologi penelitian terdiri dari tahapan ataupun urutan langkah yang harus dilakukan oleh peneliti, sehingga penelitian berjalan

secara sistematis dan terarah. Tahapan metodologi penelitian dimulai dari pengambilan data hingga mendapatkan perbandingan skenario perbaikan dari penelitian.

BAB 4 PERANCANGAN MODEL SIMULASI

Bab ini berisi model dari kondisi eksisting permasalahan yang berikutnya akan dijadikan bahan perancangan skenario perbaikan.

BAB 5 MODEL SKENARIO PERBAIKAN

Bab ini berisi tentang bahasan dari beberapa skenario perbaikan dari model simulasi eksisting yang telah dibuat untuk dapat meningkatkan *output* simulasi. Pengujian dilakukan terhadap aset transportasi yang menjadi fokus utama penelitian guna kelancaran proses pada depo peti kemas.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan akhir penelitian dan saran yang diberikan terhadap hasil penelitian kepada pihak yang berkepentingan untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menjelaskan mengenai studi literatur yang telah dilakukan dan digunakan dalam penelitian ini. Studi literatur yang dilakukan meliputi Depo peti kemas, peti kemas, alat transportasi, dan konsep pemodelan sistem kejadian diskret-dinamis.

2.1 *Inland Waterways Transport (IWT)*

IWT merupakan sektor sekunder pada kegiatan transportasi jalur laut, namun sektor ini memiliki peran penting dalam menyokong sistem transportasi laut primer yang digunakan sebagai penghubung antar pulau. Sektor ini berfungsi sebagai akses ke pelabuhan, tempat singgah unit dalam kondisi isi maupun kosong, tempat untuk kegiatan *loading/unloading* unit, serta tempat penyimpanan unit guna penyesuaian jadwal terhadap keberangkatan/ kedatangan moda transportasi yang digunakan (Association Inland Rivers Ports & Terminal, Inc., 2013). Pengertian diatas menunjukkan bahwa bentuk usaha *inland* pada sektor transportasi laut berperan penting karena usaha ini menyediakan sistem manajemen persediaan dan transportasi jalur darat yang dibutuhkan sektor transportasi laut dalam menangani ketidakpastian permintaan terhadap skedul kerja pada sektor *outland* (sektor kerja pada jalur perairan). Gambar 2.1 menunjukkan teritori kerja dari IWT dari sebelum dan setelah dikemas.



Gambar 2.1 Teritori Proses Kerja *Inland Waterways Transport* (Maersk Group, 2015)

2.2 **Depo Peti Kemas**

Depo peti kemas merupakan kegiatan usaha yang meliputi penyimpanan, penumpukan, pembersihan, dan perbaikan peti kontainer (Suyono, 2007).

Penumpukan peti kemas merupakan bentuk usaha *inland* pada transportasi multimoda perairan guna mengurangi antrian penumpukan pada dermaga sebelum jadwal kapal. Depo peti kemas merupakan sebuah lahan penumpukan dimana terdapat blok-blok penumpukkan yang dibagi berdasarkan tumpukan peti kemas kosong, terisi (siap kirim), kiriman (siap bongkar), dan sebuah gudang untuk tempat inspeksi dan reparasi peti kemas.

2.3 Peti Kemas

Peti kemas merupakan kemasan yang dirancang dengan ukuran tertentu, dapat digunakan berulang kali, yang digunakan untuk menyimpan, membungkus, serta mengangkut muatan yang terdapat didalamnya, sehingga dapat diangkut oleh moda transportasi sebagai satu kesatuan secara cepat, aman, serta efisien (Suyono, 2007). Peti kemas digunakan pada transportasi multimoda untuk menjaga kualitas muatan pada saat pengiriman dilakukan.

Berdasarkan ukurannya, Badan *International Standard Organization (ISO)* membagi peti kemas menjadi 3 ukuran (Suyono, 2007).

1. Container 20' Dry Freight (20 feet)

Ukuran Luar : 20' x 8' x 8.6'' atau 6.058 x 2.438 x 2.591 m

Ukuran Dalam: 5.919 x 2.340 x 2.380 m

Kapasitas : Cubic Capacity : 33 Cbm

Pay Load : 22.1 Ton

2. Container 40' Dry Freight (40 feet)

Ukuran Luar : 40' x 8' x 8.6'' atau 12.192 x 2.438 x 2.591 m

Ukuran Dalam: 12.045 x 2.309 x 2.379 m

Kapasitas : Cubic Capacity : 67.3 Cbm

Pay Load : 27.396 Ton

3. Container 40' High Cube Dry

Ukuran Luar : 40' x 8' x 9.6'' atau 12.192 x 2.438 x 2.926 m

Ukuran Dalam: 12.045 x 2.309 x 2.684 m

Kapasitas : Cubic Capacity : 67.3 Cbm

Pay Load : 29.6 Ton

Berdasarkan ukuran tersebut, satuan ukuran dalam pengoperasian peti kemas dinyatakan dalam TEU (*twenty foot equivalent unit*) atau FEU (*fourty foot equivalent unit*)

Berdasarkan Jenisnya peti kemas dibagi ke dalam enam kelompok (Suyono, 2007).

1. *General Cargo*

Peti kemas yang digunakan untuk kegiatan umum

2. *Thermal*

Peti kemas yang dilengkapi dengan pengatur suhu

3. *Tank*

Tangki yang ditempatkan kedalam rangka peti kemas

4. *Dry Bulk*

Peti kemas yang dipergunakan untuk mengangkut muatan curah

5. *Platform*

Peti kemas yang hanya terdiri atas lantai dasar, untuk keperluan tertentu bias ditambahkan dinding

6. *Specials*

Peti kemas yang dibuat khusus untuk muatan tertentu

2.4 Transportasi

Menurut KBBI Daring (Kamus Besar Bahasa Indonesia Dalam Jaringan), transportasi merupakan pengangkutan barang dengan berbagai jenis kendaraan sesuai dengan kemajuan teknologi. Transportasi berguna untuk mengangkut barang dari satu tempat ke tempat lainnya. Dalam sistem transportasi perusahaan peti kemas, terdapat beberapa moda transportasi yang digunakan berdasarkan fungsinya. Beberapa moda transportasi yang digunakan oleh perusahaan peti kemas meliputi:

2.4.1 Truk Trailer

Truk Trailer (Gambar 2.2) atau yang biasa disebut dengan truk *container* merupakan truk yang berfungsi sebagai kendaraan penarik dimana truk ini memiliki sambungan (trailer) dan beroda banyak (biasanya lebih dari empat) yang

digunakan untuk mengangkut barang berat (Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia, 2015).



Gambar 2.2 Truk *Trailer* (Europasific, 2013)

2.4.2 Reach Stacker

Reach Stacker (Gambar 2.3) merupakan alat berat yang digunakan untuk memindahkan peti kemas dari penumpukan ke truk atau sebaliknya dalam satu depo peti kemas. *Reach stacker* berguna untuk menata peti kemas pada suatu depo, sehingga dapat mengklasifikasi penempatan peti kemas dari yang akan dikirim maupun peti kemas terkirim yang menunggu waktu bongkar.



Gambar 2.3 *Reach Stacker* (Adaptalift Hyster, 2015)

2.4.3 Kapal Peti Kemas (Vessel)

Merupakan alat transportasi laut khusus untuk memindahkan barang melalui perairan yang dirancang khusus untuk mengangkut muatan peti kemas dari satu tempat ke tempat lain yang dipisahkan oleh perairan.

2.5 Sistem

Sistem merupakan himpunan elemen-elemen yang saling berinteraksi serta berinterelasi antara satu dengan yang lainnya yang bekerja untuk mencapai suatu tujuan tertentu (Wirjodirdjo, 2012). Sistem memiliki karakteristik seperti entitas yang menjadi input pada sebuah kerja, batasan yang ada (ruang lingkup sistem),

pengaruh dari lingkungan luar, pengolah entitas (*resource*), serta tujuan dari kerja yang dilakukan oleh sistem.

2.6 Model

Model merupakan representasi ideal dari sistem permasalahan yang diamati dimana pemanfaatannya dapat mereduksi kerugian yang terdapat pada sistem amatan (Wirjodirdjo, 2012). Model yang dibangun memiliki batasan-batasan terhadap sistem nyata yang diamati bergantung dari fokus yang diamati serta faktor-faktor yang berpengaruh terhadap sistem yang akan diamati.

2.7 *Service-Sensitive Demand*

Service-sensitive demand merupakan sebuah update peramalan terhadap suatu jumlah permintaan berdasarkan *service level* yang dikenakan sebuah sistem kerja (Merkuryev, et al., 2005). Pada penelitian Merkuryev, et al., 2003, *service-sensitive demand* akan membagikan suatu nilai rata-rata serta standar deviasi suatu permintaan tiap periodik terjadinya perubahan *service level*.

2.8 Simulasi

Simulasi merupakan sebuah metode peraga dalam bentuk tiruan sistem yang mirip dengan kegiatan yang ada dalam sistem amatan (Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia, 2015). Metode ini berguna agar sistem dapat dievaluasi tanpa harus mengganggu kegiatan pada sistem nyata yang diamati.

2.8.1 Simulasi Kejadian Diskret

Simulasi kejadian diskret merupakan simulasi dimana perubahan antar variabel didalamnya didasarkan pada suatu kegiatan yang ada pada sistem serta hubungan logika dari setiap event yang terdapat dalam sistem (Rabelo, et al., 2005). Simulasi kejadian diskret digunakan untuk mengevaluasi aktivitas kerja yang berjalan pada suatu proses bisnis suatu perusahaan peti kemas. Simulasi ini dapat memberikan detail perlakuan kerja terhadap entitas masuk pada sistem yang sedang berjalan.

2.8.2 Simulasi Sistem Dinamis

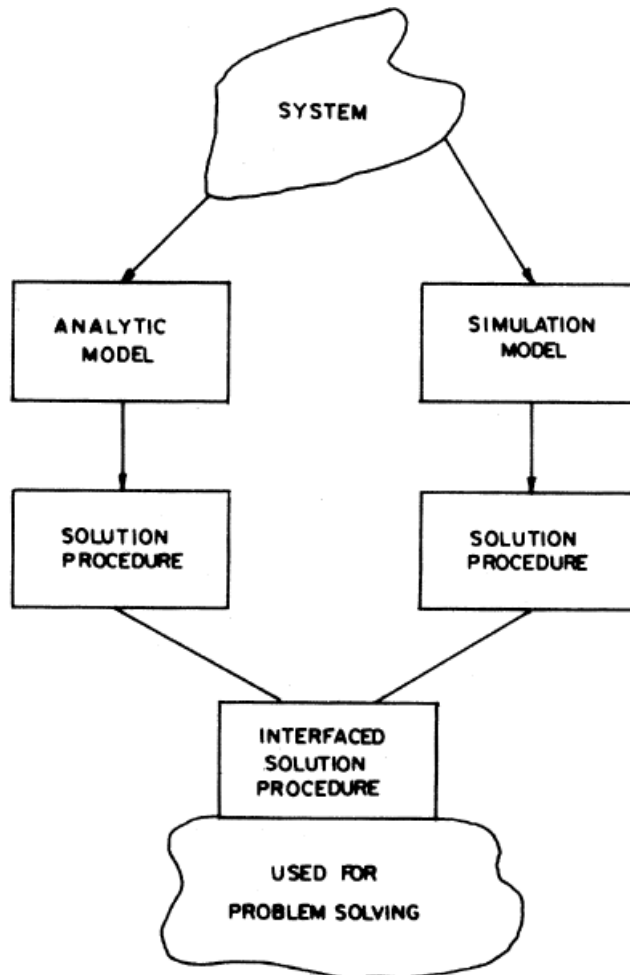
Simulasi sistem dinamis adalah simulasi dimana perubahan variabelnya kontinu berdasarkan tiap selang waktu (dt) dari lama pengamatan (t) yang akan dianalisis. Simulasi sistem dinamis merupakan metode tentang pemahaman mengenai evolusi dan perilaku dari sistem *real-world* (Rabelo, et al., 2005). Simulasi sistem dinamis digunakan untuk mengevaluasi pengaruh antar strategi. Simulasi ini dapat melihat struktur sistem secara menyeluruh serta interelasi dari tiap elemennya, sehingga dapat menunjukkan korelasi antara elemen yang satu dengan yang lainnya.

Interelasi dari model simulasi sistem dinamis membutuhkan identifikasi sistem yang menunjukkan hubungan sebab-akibat baik positif maupun negatif berdasarkan karakteristik tiap-tiap elemen yang berpengaruh pada sistem amatan (Stermann, 2000).

2.8.3 Hybrid Simulation/Analytical Models

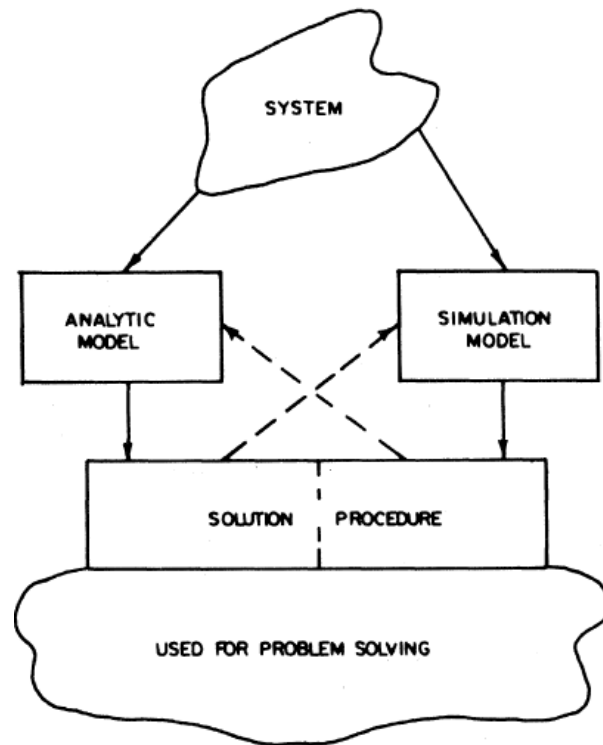
Metode gabungan simulasi/analitis merupakan perpaduan antar dua metode. Simulasi gabungan dapat mengombinasikan simulasi kejadian diskret dengan model analitis. Kedua simulasi digabungkan guna mengimprovisasi model terhadap perilaku sistem. Model simulasi dan model analitis merupakan dua model yang saling independen. Shanthikumar & Sargent, pada tahun 1983, mengklasifikasikan *hybrid simulation/analytical* menjadi 4. Pada kelas pertama (Gambar 2.4), masing-masing dari model bersifat independen dan kedua model dikomputasi secara sekuensial. Kelas kedua (Gambar 2.5), kedua model dikomputasi secara paralel. Kelas ketiga (Gambar 2.6), model dominan pada analitis, sedangkan model simulasi digunakan sebagai penyokong model gabungan yang dibentuk. Kelas keempat (Gambar 2.7), model simulasi berperan sebagai model utama dimana model analitis digunakan sebagai setiap atau beberapa input pada model simulasi. Pada gabungan antara model simulasi kejadian diskret dengan analitis, model dapat di evaluasi dari level servis yang diberikan kebijakan perusahaan hingga proses kerja yang berlangsung, sehingga dapat memonitori keseluruhan sistem kerja pada level proses terhadap pengaruh servis yang diberikan. Gabungan model simulasi/ analitis dapat mengorespondenkan *output* dan *input* antar kedua model.

Penelitian ini menggunakan kombinasi dari kedua model (simulasi dan analitis) pada klasifikasi pada kelas pertama guna mengamati hubungan antara perilaku sistem pada level proses dengan pengaruhnya terhadap servis yang diberikan selama interval waktu pengamatan.

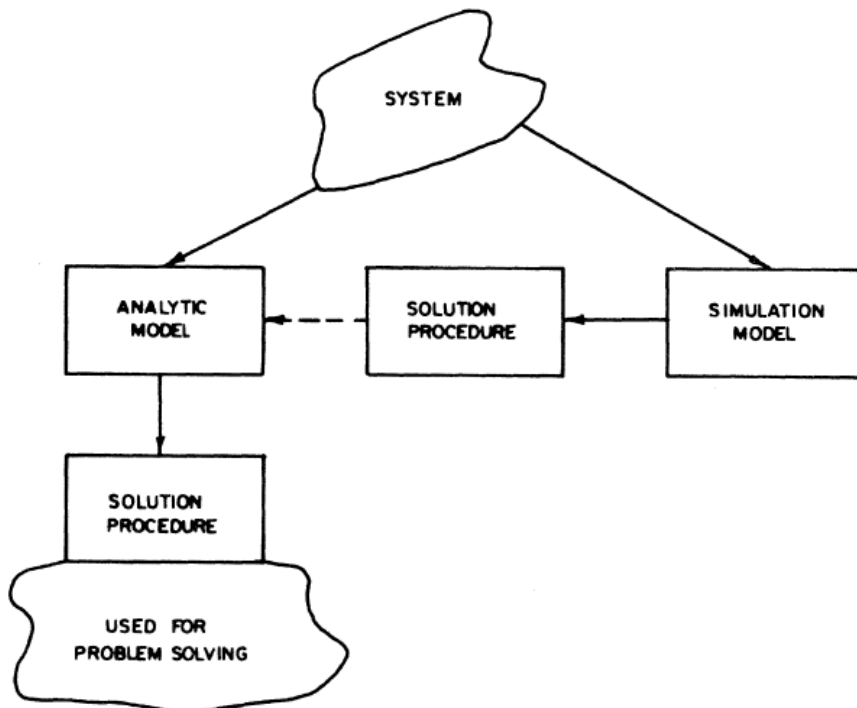


Gambar 2.4 Gabungan Model Simulasi/Analitis Kelas I (Shanthikumar & Sargent, 1983)

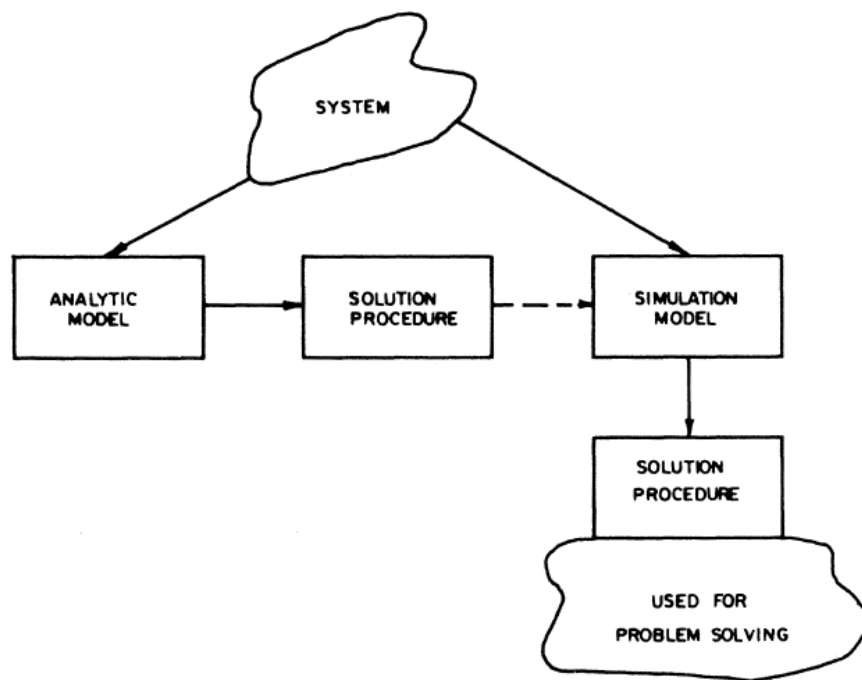
Penggunaan simulasi gabungan pada penelitian ini pula dapat mengamati hubungan sebab akibat antar variabel yang berpengaruh, sehingga memungkinkan untuk dapat melihat *trade off* yang mungkin terjadi pada keputusan level manajemen terhadap proses yang sedang berjalan.



Gambar 2.5 Gabungan Model Simulasi/Analitis Kelas II (Shanthikumar & Sargent, 1983)



Gambar 2.6 Gabungan Model Simulasi/Analitis Kelas III (Shanthikumar & Sargent, 1983)



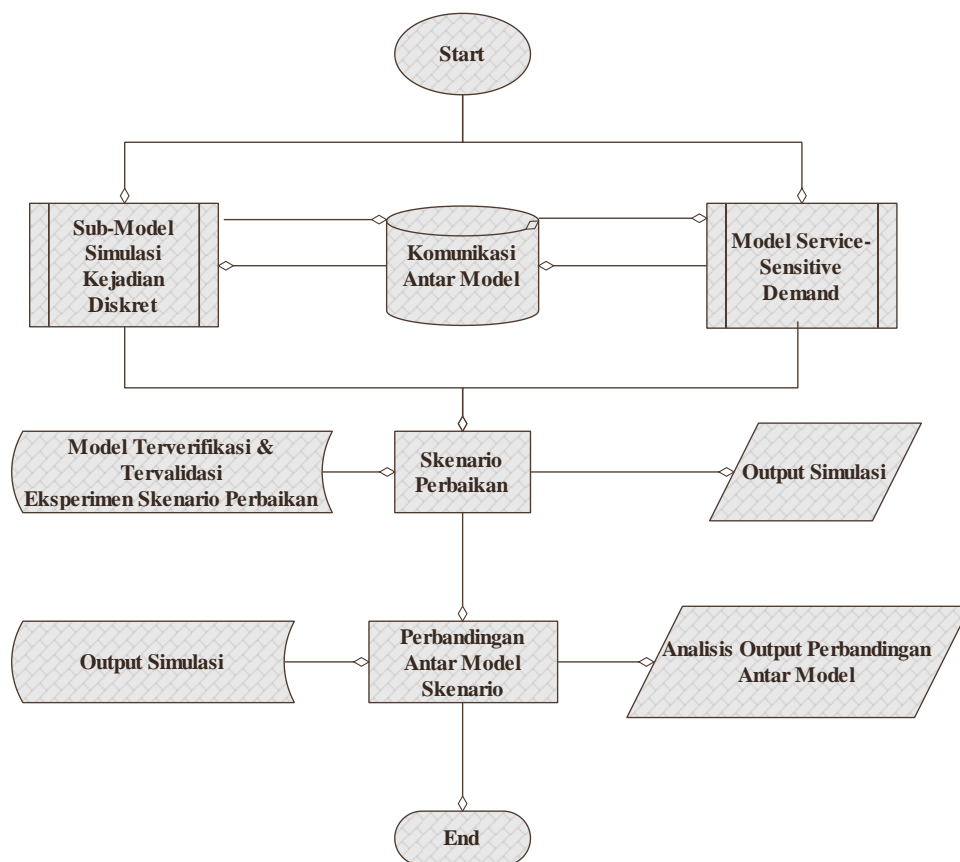
Gambar 2.7 Gabungan Model Simulasi/Analitis Kelas IV (Shanthikumar & Sargent, 1983)

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian dari pengkolektifan data hingga perbandingan antar perilaku model skenario yang diamati. Gambar 3.1 merupakan *flowchart* yang menunjukkan urutan metodologi penelitian.



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

3.1 Pengambilan Data

Pada tahap ini, data dari kondisi proses yang mempengaruhi kinerja dari depo peti kemas dikolektifkan yang berikutnya akan di masukkan sebagai data pada model. Pada level proses, diperlukan data dari kerja pada tiap depo peti kemas meliputi historis jumlah *demand* baik untuk sistem *stuffing in* maupun

stuffing out, inisial jumlah peti kemas, historis dari waktu kedatangan kapal, pengamatan langsung dari waktu aktivitas kerja yang terdapat pada depo, serta jumlah aset transportasi yang tersedia. Sedangkan, pada level strategis dibutuhkan data yang berkaitan dengan perubahan demand meliputi waktu ideal *trucking*, waktu ideal *stucking*, dan besaran potongan harga untuk volume permintaan tertentu.

3.2 Pemrosesan Data

Pada tahap ini, pemrosesan data merupakan tahap pengolahan data dimana beberapa data yang sudah dikolektifkan pada tahap sebelumnya di *fitting*, sehingga terbentuk persebaran dari data yang telah diambil.

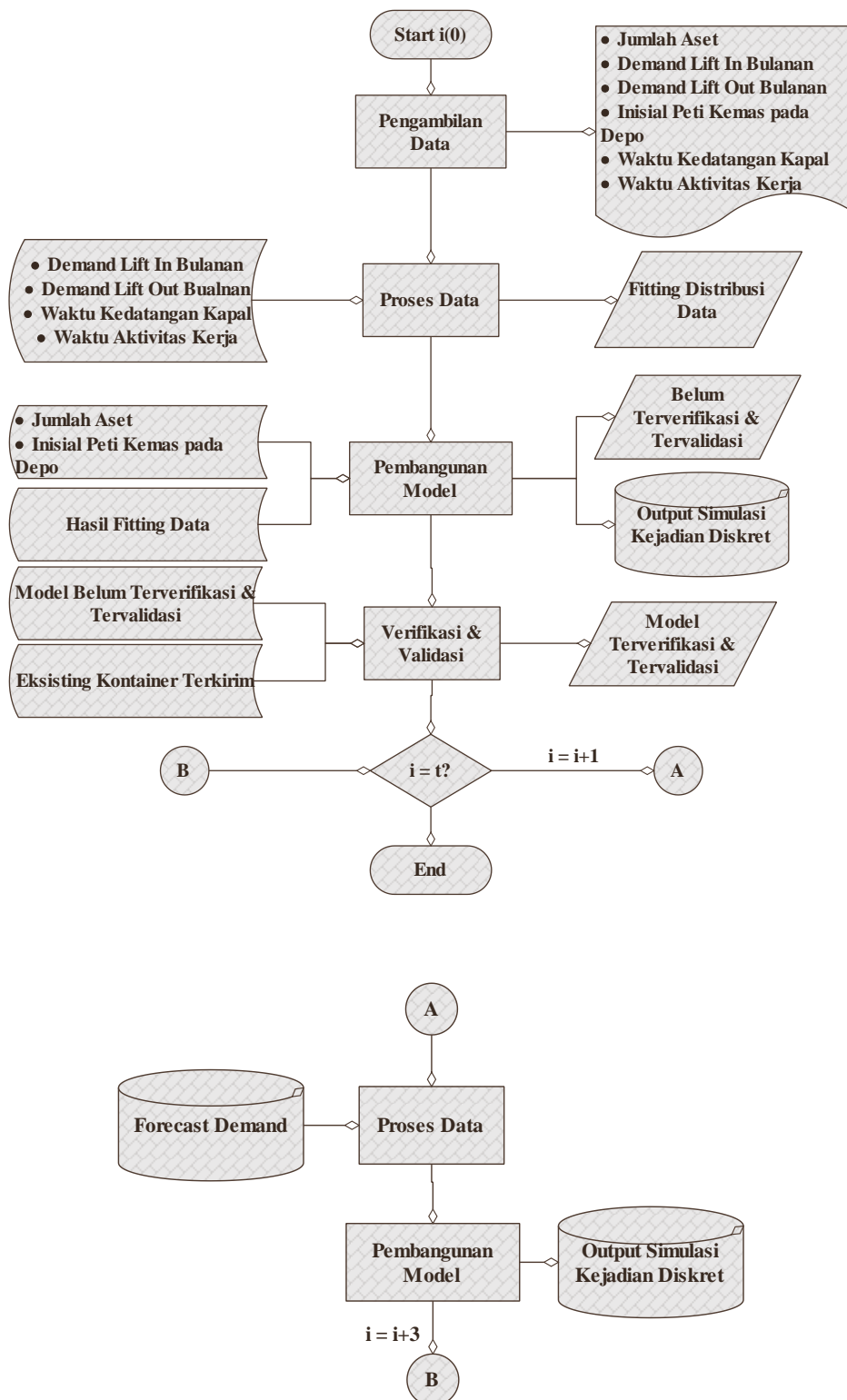
3.3 Pembangunan Model

Pada tahap ini, model eksisting yang merupakan representasi dari kondisi *real* objek yang diamati dan dilakukan pembangunan model untuk setiap iterasi (*i*) dalam interval waktu yang ditentukan (*t*). Untuk peniruan sistem nyata, model eksisting simulasi kejadian diskret dibangun sebelum diintegrasikan dengan model *service-sensitive demand* untuk tahap berikutnya.

3.3.1 Model Simulasi Kejadian Diskret

Pembangunan model simulasi kejadian diskret membutuhkan data dari kondisi *real* pada depo peti kemas dan hasil *output fitting* distribusi data pada tahap sebelumnya. Gambar 3. 2 menunjukkan *flowchart* membangun model simulasi diskret.

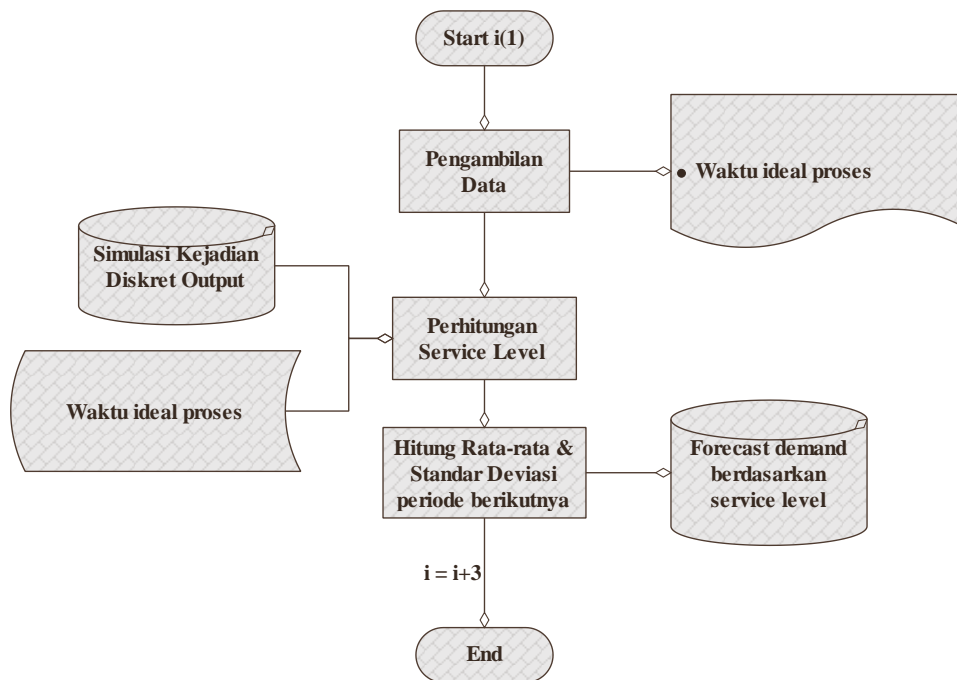
Simulasi diskret model eksisting, pada iterasi pertama, menggunakan data dari hasil *fitting* distribusi, sedangkan untuk iterasi berikutnya digunakan *output* dari model simulasi sistem dinamis pada kedatangan permintaan dan waktu kedatangan kapal.



Gambar 3. 2 Flowchart Submodel Pembangunan Simulasi Kejadian Diskret

3.3.2 Model Analitis Peramalan Service-Sensitive Demand

Pada pembangunan model ini dibutuhkan data dari output simulasi diskret serta data yang mendukung hubungan antar variabel. Gambar 3. 3 menunjukkan *flowchart* dari metode pembangunan model perhitungan peramalan permintaan terkait dengan *service level* yang diberikan.

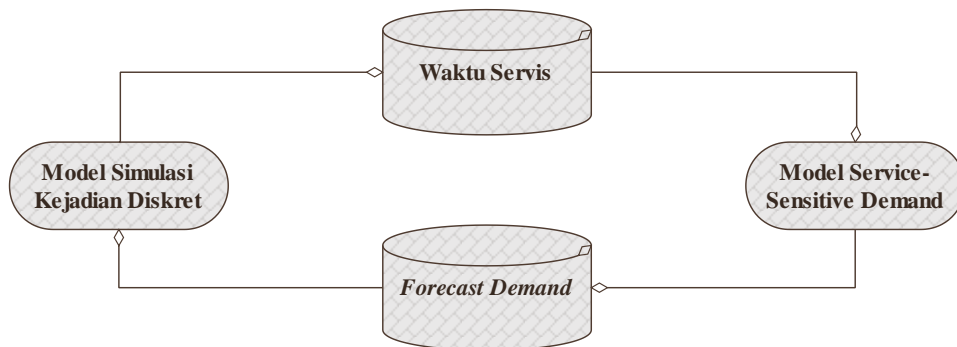


Gambar 3. 3 *Flowchart* Submodel Pembangunan Model *Service-Sensitive Demand*

3.3.3 Komunikasi Antar Model

Integrasi antar model simulasi dilakukan dengan mengomunikasikan model yang secara parsial telah dibangun pada tahap sebelumnya. Gambar 3. 4 menunjukkan hubungan *input* dan *output* antar model simulasi.

Komunikasi antar model simulasi pada tahap awal (i_0) dilakukan dengan mengeksekusi model simulasi kejadian diskret terlebih dahulu. *Output* simulasi kejadian diskret berikutnya akan menjadi *input* perhitungan *service level* terkait informasi waktu proses yang diberikan. Setelah itu, model analitis dari perhitungan *service-sensitive demand* akan memberikan peramalan permintaan pada periode berikutnya terhadap perubahan *service level* perusahaan.



Gambar 3. 4 Hubungan *Input-Output* antar Metode

Berikutnya, eksekusi dari model simulasi sistem dinamis akan menghasilkan *output* yang akan menjadi *input* pada simulasi kejadian diskret berupa data waktu kedatangan permintaan dan waktu kedatangan kapal untuk tahap berikutnya (i_1).

3.4 Verifikasi & Validasi

Pada tahap ini dilakukan verifikasi serta validasi model eksisting yang telah dibangun. Pada tahap verifikasi, model akan dilihat kesesuaiannya dengan proses yang telah dikonsepskan. Sedangkan, tahap validasi akan membandingkan model eksisting yang dibangun dengan *real* sistem yang ada melalui nilai *output demand* yang terpenuhi dan rata-rata waktu pergerakan moda transportasi dalam satuan waktu yang ditentukan.

3.5 Skenario Perbaikan

Pada tahap ini, akan dilakukan eksperimen terhadap model eksisting yang telah terverifikasi dan tervalidasi pada tahap sebelumnya. Eksperimen dilakukan dengan mengombinasikan variabel-variabel yang memungkinkan untuk dirubah terkait proses pada depo peti kemas, sehingga dapat menghasilkan *output* yang lebih baik bagi kondisi *real*.

3.6 Perbandingan *Output* Antar Model

Pada tahap ini, perbandingan antar skenario perbaikan dilakukan dengan tujuan agar dapat memberi *output* yang lebih baik dengan melihat signifikansi

service level antar alternatif perbaikan serta dampak terhadap fluktuasi permintaan jika diaplikasikannya skenario perbaikan terpilih.

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini akan menjelaskan tahapan dalam melakukan pengumpulan dan pengolahan data. Data yang dikumpulkan selanjutnya akan diolah dengan metode yang digunakan pada penelitian, sehingga didapat gambaran model eksisting dari permasalahan.

4.1 Deskripsi Ranah Kerja Perusahaan

Sistem kerja amatan pada perusahaan PT X merupakan sistem *inland waterways transportation*. Pada fokus amatan ini, perusahaan berperan sebagai sektor sekunder pengiriman barang jalur laut. Pada sektor kerja ini, perusahaan memiliki peti kemas untuk *containing demand*, depo peti kemas untuk penumpukan peti kemas guna menunggu kapal untuk muat dan inventory peti kemas kosong, Reach Stacker sebagai *resource* untuk proses penataan peti kemas, serta truk trailer untuk mentransfer peti kemas dari depo ke dermaga atau sebaliknya. Pada kondisi awal, terdapat 2 buah Reach Stacker untuk masing-masing depo serta 50 buah Truk Trailer pada sistem

4.2 Konseptual Penelitian pada Sistem Amatan

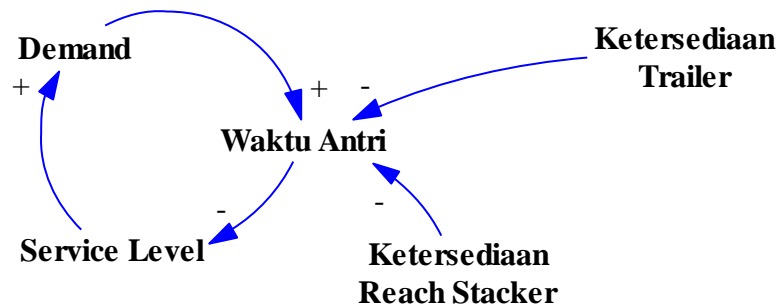
Sub-bab ini akan menjelaskan desain kerja dari sistem amatan dari konseptual interaksi dari *service-sensitive demand* dengan aktivitas kerja dari sistem amatan.

4.2.1 Diagram Sebab Akibat Sistem Amatan

Waktu untuk memproses permintaan yang datang diharapkan sesuai dengan waktu target yang telah ditentukan oleh pihak manajemen perusahaan, sehingga performansi kerja dapat diukur secara kuantitatif. Berdasarkan kalkulasi, kesesuaian waktu proses terhadap target akan meningkatkan *service level*.

Pada penelitian ini, analisis akan dilakukan terhadap *service level* (Gambar 4.1). *Service level* diukur berdasarkan probabilitas waktu antrian dari sistem kerja terhadap target yang diinginkan (persamaan [6]). Berikutnya, dinamika *service*

level akan memberikan pengaruh pada jumlah permintaan pada periode waktu berikutnya sehingga harus dilakukan kontrol terhadap jumlah aset transportasi untuk mencapai *service level* terbaik.



Gambar 4.1 Diagram Sebab-Akibat Sistem Amatan

Gambar 4.1 merupakan suatu model dari konseptual sistem yang terdapat pada depo peti kemas. Jumlah permintaan akan menambah waktu antrian setiap permintaan yang masuk pada sistem kerja depo. Waktu antri merupakan parameter dari penentuan *service level* yang diberikan perusahaan, sehingga semakin tinggi lama waktu antri, *service level* akan menunjukkan nilai yang berbanding lurus dengan waktu antri dan begitupun sebaliknya. Waktu antri dapat dikurangi oleh ketersediaan aset transportasi pada depo peti kemas seperti Truk Trailer dan Reach Steacker.

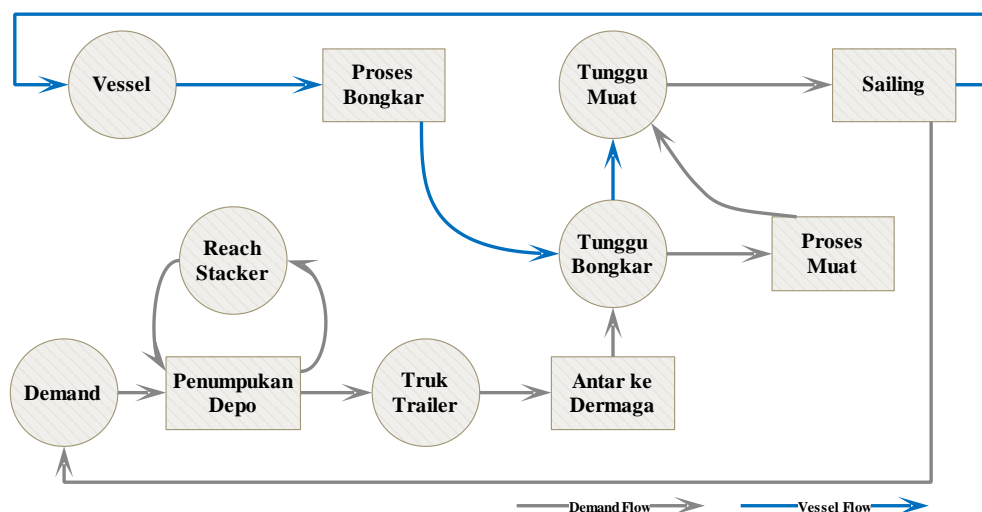


Gambar 4. 2 Alur Pengolahan Data

Gambar 4. 2 menggambarkan alur pengolahan data pada hubungan sebab-akibat antara permintaan, waktu antri, dan *service level* yang diberikan. Peramalan permintaan dapat dihitung berdasarkan perubahan *service level* pada sistem kerja. Peramalan dapat memberi perubahan parameter terkait rata-rata dan standar deviasi pada periode selanjutnya terhadap permintaan periode sebelumnya.

4.2.2 Activity Cycle Diagram (ACD) Sistem Kerja Depo Amatan

Model simulasi yang digunakan pada penelitian ini berfokus pada sistem kerja perusahaan terkait alur pergerakan peti kemas dari masuk hingga dimuat ke kapal. Gambar 4.3 merupakan diagram aktivitas kerja dari masuknya permintaan hingga dimuat ke kapal. Aktivitas kerja dikenakan pada permintaan dan *Vessel*. Pada permintaan, permintaan akan ditimbun pada penumpukan depo petikemas dengan menggunakan *Reach Steacker*. Untuk memasuki dermaga, permintaan akan diangkut menggunakan truk trailer. Permintaan selanjutnya akan dimuat kedalam *vessel*, namun dengan kondisi *vessel* tidak bermuatan. Pada *vessel*, *vessel* akan memasuki dermaga dengan asumsi kedatangan mengikuti distribusi eksponensial tanpa adanya antrian pada pelabuhan.



Gambar 4.3 Activity Cycle Diagram Sistem Amatan

4.3 Metode Simulasi

Pada penelitian ini, model simulasi digunakan untuk mengidentifikasi waktu proses yang terjadi pada setiap depo hingga masuk ke dalam kapal.

4.3.1 Simulasi Kondisi Eksisting

Simulasi pada kondisi eksisting dilakukan dengan menggunakan bantuan *tools* ARENA 14.0 dari Rockwell Automation®. Simulasi yang dimodelkan terbagi atas blok-blok antara kedatangan permintaan *stuffing dalam* (lampiran A), kedatangan permintaan *stuffing luar* (lampiran B), kerja dari masing-masing depo

(lampiran C), kedatangan dan proses bongkar kapal (lampiran D), serta masuknya permintaan ke dermaga untuk dimuat ke dalam kapal yang sandar (lampiran E). Blok-blok yang digambarkan pada *software* terintegrasi satu dengan yang lain sehingga merupakan satu kesatuan sistem kerja guna dapat menghitung waktu proses pelayanan dari permintaan datang hingga permintaan di *load* ke kapal.

Permintaan masuk terdefinisi sebagai volume peti kemas yang masuk depo bukan melalui kapal. Data permintaan diperoleh melalui waktu yang tertera pada surat berita acara serah terima barang. Tabel 4.1 merupakan hasil *fitting* distribusi dari data waktu antar kedatangan serta volume untuk setiap kedatangan permintaan.

Tabel 4.1 Hasil *Fitting* Data Permintaan

Permintaan Masuk	Waktu Antar Kedatangan		Volume per kedatangan	
	Stuffing Dalam	Stiffing Luar	Stuffing Dalam	Stuffing Luar
Depo 1	EXPO(5.9)	1 + EXPO(12)	POIS(2.96)	POIS(6.18)
Depo 2	EXPO(4.1)	EXPO(6.85)	POIS(4.97)	POIS(7.01)
Depo 3	EXPO(7.12)	EXPO(19.6)	POIS(1.52)	POIS(4.93)
Depo 4	EXPO(4.19)	EXPO(8.94)	POIS(3.77)	POIS(6.09)
Depo 5	EXPO(4.77)	EXPO(5.63)	POIS(4.61)	POIS(6.98)

Pengamatan pada sistem kerja perusahaan ini berfokus pada kinerja aset transportasi yang dimiliki oleh perusahaan. Pergerakan truk trailer meliputi antar depo dan pengiriman dari depo atau dermaga ataupun sebaliknya. Untuk mengidentifikasi pergerakan truk trailer digunakan data jarak dari masing-masing titik pergerakan (Tabel 4. 2) serta kecepatan truk yang diasumsikan memiliki kecepatan terdistribusi triangular dengan minimal 40, maksimal 60, dan *most likely* 50 untuk keadaan kosong dan triangular dengan minimal 20, maksimal 50, dan *most likely* 40 untuk keadaan mengangkut peti kemas.

Tabel 4. 2 Jarak Antar Depo dan Dermaga (dalam Meter)

Dari/ Ke	Depo 1	Depo 2	Depo 3	Depo 4	Depo 5	Dermaga
Depo 1		1931.213	965.6064	1770.278	2092.147	4828.032
Depo 2			2735.885	3540.557	3379.622	4988.966
Depo 3				1931.213	1770.278	3379.622
Depo 4					160.9344	3057.754
Depo 5						2896.819
Dermaga						

Modul *delay* pada ARENA digunakan pada perpindahan peti kemas antar aset transportasi. Lamanya waktu *delay* diukur menggunakan pengamatan langsung. *Fitting* distribusi selanjutnya dilakukan terhadap pencatatan waktu *delay* dan menghasilkan nilai yang terdistribusi triangular dengan minimal 0.57, maksimal 0.922, dan *most likely* 1.49. Metode pengumpulan data yang sama dilakukan pada proses bongkar-muat pada kapal di dermaga. *Fitting* distribusi menghasilkan lama proses bongkar-muat terdistribusi $1 + \text{ERLA}(0.561, 3)$ menit untuk proses bongkar dan $1 + \text{ERLA}(0.534, 3)$ menit untuk proses muat .

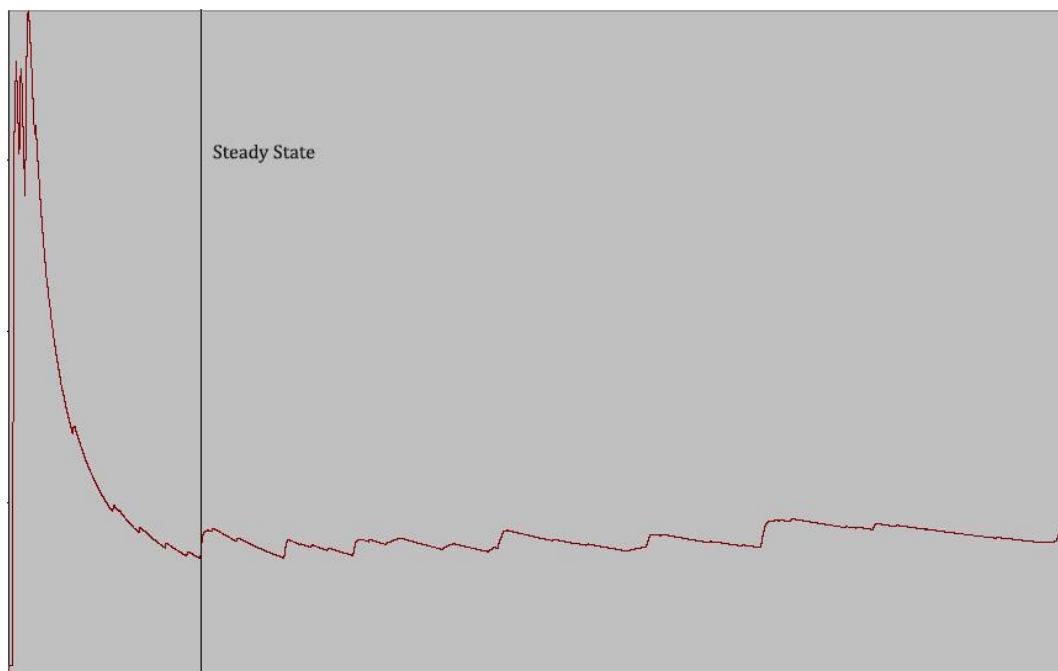
Pada simulasi sistem kerja, lamanya proses *stuffing* dan *untuffing* diasumsikan terdistribusi uniform dengan nilai minimal 15 dan maksimal 60 menit untuk setiap peti kemas. Lamanya proses *stuffing* ditentukan oleh *expert judgement*. Hal ini dikarenakan ragam dari waktu proses dipengaruhi dari jumlah dan jenis dari permintaan itu sendiri.

Waktu pelayanan untuk setiap periode amatan disimulasikan dengan *non-terminating condition*. Waktu pelayanan akan diamati pada kondisi ini agar kinerja dari aset transportasi dapat diamati pada kondisi *steady*. Pada ARENA, kondisi *steady* ditetapkan dengan mempertimbangkan kondisi *steady* dari jumlah dari penggunaan truk trailer.

4.3.2 Simulasi Kondisi Steady-State

Pada penelitian ini, kondisi *non-terminating* digunakan untuk melihat permasalahan pada depo peti kemas. Kondisi *steady* perlu untuk diperhatikan karena pada kondisi ini sifat pada sistem cenderung stabil. Stabilitasnya sistem digunakan untuk melihat performansi dari pergerakan aset transportasi pada

rentan waktu amatan, sehingga sistem tidak diamati dari awal. Rata-rata pergerakan truk digunakan sebagai elemen penentuan *steady-state* karena pada waktu awal sistem berjalan belum terdapat truk yang bekerja. Kondisi *steady-state* ditentukan dengan melakukan simulasi terhadap model dari sistem dengan menggunakan panjang replikasi hingga grafik rata-rata penggunaan truk trailer mengalami kondisi *steady* Gambar 4.4 Grafik Simulasi Kondisi *Steady –state*. Melalui perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan *software* ARENA, kondisi *steady* diawali ketika waktu simulasi $t = 700$ (dalam jam).

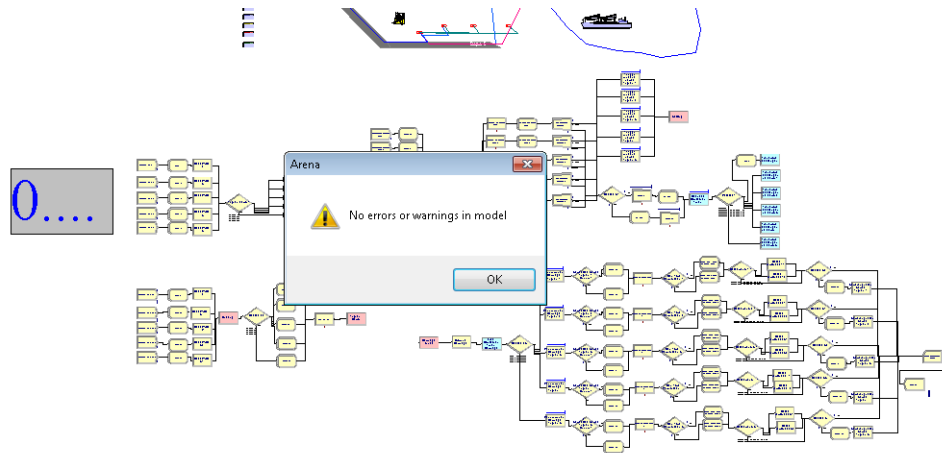


Gambar 4.4 Grafik Simulasi Kondisi *Steady –state*

4.3.3 Verifikasi Model

Verifikasi harus dilakukan terlebih dahulu pada sebuah model simulasi. Verifikasi dilakukan untuk melihat apakah model simulasi yang dibangun (pada ARENA) sesuai dengan model konseptual yang telah dibuat.

4.3.3.1 Verifikasi Syntax Model



Gambar 4.5 Verifikasi Syntax ARENA

Pada verifikasi tahap ini dilakukan pengecekan terhadap model ARENA apakah model yang dibuat sudah mengikuti bahasa dari program yang dibangun oleh Rockwell Automation®. Gambar 4.5 menunjukkan bahwa tidak terdapat *error* pada *syntax* yang dibuat.

4.3.3.2 Verifikasi Antar Blok Simulasi

Pada simulasi, model menggunakan logika antar blok seperti volume barang yang akan dimuat (Lampiran E) terhadap kapasitas sisa kapal pada blok kapal sandar (Lampiran D).

	Kapasitas Siap Muat	Kapal Sandar
Tujuan 1	1436.00	4.00
Tujuan 2	794.00	2.00
Tujuan 3	1379.00	4.00
Tujuan 4	1013.00	3.00
Tujuan 5	1334.00	4.00

Gambar 4.6 Verifikasi Model Antar Blok

Kapasitas kapal sejumlah 400 TEU (asumsi percobaan) akan memberikan sinyal pada blok dermaga untuk melakukan proses muat. Setelah itu, proses muat sejumlah kapasitas kapal akan memberikan sinyal balik pada blok kapal untuk

berlayar, maka model akan membatasi jumlah kapal sandar tidak lebih besar dari total kapasitas muat pada setiap kapal yang sandar (Gambar 4.6).

4.3.4 Validasi Model

Pada tahap ini, validasi pada model dilakukan guna membandingkan nilai dari *output* yang dihasilkan dari model yang dibangun dengan kondisi eksisting permasalahan, sehingga model yang dibuat dapat dikatakan teruji validitasnya. Metode validasi pada penelitian ini menggunakan Welch Confidence Interval untuk membandingkan jumlah *container docked* (peti kemas termuat dalam kapal) pada *real system* dan model simulasi selama satu bulan kerja. Tabel 4.3 merupakan sandingan antara data keluaran dari hasil simulasi dengan 10 replikasi dengan data sistem eksisting. Hipotesa yang digunakan untuk membandingkan kedua *output* sistem yaitu perbedaan rata-rata dari kedua populasi dengan tingkat *error* yang ditentukan ($\alpha = 0.05$).

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - hw \leq \bar{\mu}_1 - \bar{\mu}_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + hw \quad (1)$$

$$hw \text{ (half width)} = t_{df, \alpha/2} \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}} \quad (2)$$

$$df \approx \frac{\left[\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right]^2}{\left[\frac{s_1^2}{n_1} \right]^2 / (n_1 - 1) + \left[\frac{s_2^2}{n_2} \right]^2 / (n_2 - 1)} \quad (3)$$

Berdasarkan perhitungan, hipotesa awal (H_0) diterima. Dengan demikian, model simulasi yang dibangun dapat dikatakan telah tervalidasi dengan sistem nyata.

Tabel 4.3 Perbandingan *Output* Simulasi dengan Sistem Nyata

Replikasi	Output	
	Simulasi	Real System
1	4987	5171
2	4858	5130
3	4239	5154
4	4531	5055

Replikasi	Output	
	Simulasi	Real System
5	5013	4886
6	4908	5133
7	4540	5442
8	4828	4627
9	4565	4755
10	5686	4977

Dari data hasil simulasi dan data pada sistem nyata, didapat $df \approx 14,62878$, sehingga nilai *half-width* bisa didapat.

$$hw \text{ (half width)} = t_{14.628, 0.05/2} \sqrt{\frac{392.8^2}{10} + \frac{232.82^2}{10}}$$

$$hw = 309.69606$$

Model dikatakan valid apabila tidak terdapat selisih rata-rata pada populasi melebihi rentang nilai *hw* deri selisih rataan sampel. Pada perhitungan ini model dapat dikatakan valid dengan diterimanya hipotesa awal dimana $\bar{\mu}_1 - \bar{\mu}_2$ berada pada rentang penerimaan

$$-527.096 \leq \bar{\mu}_1 - \bar{\mu}_2 \leq 92.2960577$$

Setelah dilakukan perbandingan terhadap nilai output eksisting, dilakukan perhitungan terhadap jumlah replikasi simulasi (persamaan [4]). Jumlah replikasi dibutuhkan pada model simulasi, sehingga output dari simulasi memberikan nilai dalam taraf penerimaan terhadap output kondisi eksisting.

$$n' = n \cdot \frac{ho^2}{hw^2} \quad (4)$$

n' = jumlah minimal replikasi dibutuhkan

n = jumlah replikasi awal

ho = nilai halfwidth awal

hw = nilai halfwidth pada taraf penerimaan

Perhitungan jumlah minimal replikasi, nilai *halfwidth* awal dibutuhkan sebagai perbandingan terhadap rata-rata simulasi untuk mengamati prosentase *error* (persamaan [5]) dari jumlah replikasi sebelumnya.

$$\text{prosentase error} = h_0 / \bar{x}_{\text{simulasi}} \quad (5)$$

Dari prosentase *error* hasil perhitungan simulasi, *expert* merekomendasikan nilai *error* tidak lebih dari 10%, sehingga didapat nilai *hw* dengan mengalikan rekomendasi prosentase *error* dengan rata-rata output simulasi.

Berdasarkan persamaan [5], $\text{prosentase error} = 309.6961 / 4815.5$, nilai prosentase error bernilai 6.43%. Berdasarkan persamaan [4], $n' = 10 \cdot \frac{309.6961^2}{481.55^2} = 4.1360767$. Jumlah replikasi minimal yang dibutuhkan dengan prosentase *error* sebesar 10% adalah $n' \approx 5$.

4.3.5 Output Simulasi Kondisi Eksisting

Berdasarkan hasil komputasi *software* simulasi sebanyak 5 replikasi, waktu proses peti kemas dari masuk depo hingga masuk dalam kapal akan menjadi *input* persamaan [6], sehingga *service level* untuk setiap depo peti kemas dapat diukur secara kuantitatif.

4.4 Model Analitis Service-Sensitive Demand

Model analitis yang digunakan pada penelitian ini merupakan sebuah peramalan terhadap jumlah permintaan yang terjadi pada periode berikutnya yang dipengaruhi oleh *service level* yang diberikan.

4.4.1 Perhitungan Service Level

Service level dari kinerja sistem dapat diukur dengan mengukur nilai probabilitas dari waktu tunggu sistem eksisting terhadap target waktu tunggu yang ditetapkan oleh perusahaan. Perhitungan *service level* berdasarkan waktu tunggu membutuhkan pendekatan dari nilai waktu tunggu eksisting yang terdistribusi normal dari target waktu tunggu (persamaan [6]).

$$\text{Service Level} = P(\text{Waiting Time} \leq \text{Target Waiting Time}) \quad (6)$$

Pada objek amatan, total waiting time yang digunakan adalah 72 jam sehingga persamaan [6] menjadi:

$$\text{Service Level} = P(\text{Waiting Time} \leq 72)$$

Berdasarkan persamaan [6], service level dari masing-masing depo dapat diukur. Dibutuhkan output dari hasil simulasi pada total waktu peti kemas selama diproses dalam depo sehingga persebaran membentuk distribusi normal dan dapat diukur probabilitas terjadinya waktu tunggu dibawah target (University of Texas at Dallas, 2006). Tabel 4.4 merupakan service level dari setiap depo pada kondisi eksisting. Perhitungan *service level* secara terkomputerisasi menggunakan lembar kerja Microsoft Excel dengan fungsi “norm.dist” dengan inputan rata-rata dan standar deviasi data output hasil simulasi serta nilai $x = 72$ jam sebagai informasi target waktu yang menjadi parameter *service level*.

Tabel 4.4 *Service Level* pada Depo

Service Level	Stuffing Dalam	Stuffing Luar
Depo 1	92.49%	90.07%
Depo 2	83.81%	83.98%
Depo 3	48.29%	55.65%
Depo 4	81.50%	81.21%
Depo 5	36.92%	41.79%

4.4.2 Service-Sensitive Demand

Service-sensitive demand merupakan perilaku dari dinamika permintaan berdasarkan service level yang diberikan oleh perusahaan. Peramalan pada pendekatan ini terdistribusi normal dengan rata-rata μ dan standar deviasi σ (Merkuryev, et al., 2003). Persamaan [7] merupakan perhitungan untuk menentukan jumlah rata-rata dari permintaan pada periode berikutnya yang tertinjau berdasarkan *service level* yang diberikan.

$$\bar{\mu}_t = (1 + \alpha(SL_t - SL_{t-1}))\bar{\mu}_{t-1} \quad (7)$$

t = Periode waktu sistem

μ = Rata – rata permintaan

SL = Service Level

α = Koefisien pengaruh permintaan terhadap dinamika service level

Perhitungan rata-rata jumlah permintaan untuk periode berikutnya diukur terhadap perubahan *service level* dipengaruhi oleh nilai $\alpha = 0.3$. Besaran dari koefisien α didapat dari *judgement* berdasarkan pengalaman dan subyektifitas manajerial dari seorang *expert* (Merkuryev, et al., 2005). Untuk perhitungan standar deviasi untuk permintaan periode selanjutnya, persamaan [8] digunakan. Sehingga, dari kedua perhitungan analitis tersebut didapat peramalan permintaan setiap periode waktu $t = 72 \text{ jam}$ dengan jumlah terdistribusi normal dengan rata-rata μ_t dan standar deviasi σ_t .

$$\sigma_t = \left(1 + \beta^2 \alpha (SL_t - SL_{t-1})\right)^{\frac{1}{2}} \sigma_{t-1} \quad (8)$$

σ = Standar deviasi antar permintaan

β = Koefisien pengaruh σ terhadap dinamika *service level*.

Dimana:

$$\beta \begin{cases} 0, \text{Tidak terdapat variabilitas pada populasi baru} \\ 1, \text{Variabilitas pada kedua populasi identik} \\ 2, \text{Populasi baru dua kali lebih banyak. standar deviasi sama dengan populasi awal} \end{cases}$$

Nilai β yang digunakan untuk penelitian ini adalah 1, variasi antar populasi identik.

Berdasarkan perhitungan persamaan [7] dan persamaan [8], rata-rata dan standar deviasi dari jumlah demand pada pekan berikutnya dapat diidentifikasi perubahannya berdasarkan setiap perubahan *service level* yang diberikan. Pada kondisi eksisting, evaluasi terhadap perubahan karakteristik permintaan tidak digunakan karena *service level* dianggap tidak berubah tanpa *improvement* pada sistem, sehingga nilai $SL_t - SL_{t-1}$ dianggap nol.

Service level untuk setiap depo selanjutnya akan diamati perubahannya ketika skenario terkait jumlah dari aset transportasi dilakukan.

BAB 5

SKENARIO PERBAIKAN SISTEM KERJA

Bab ini akan menjelaskan skenario yang dikenakan pada metode untuk meningkatkan performansi sistem kerja eksisting. Skenario yang digunakan merupakan perbaikan aset transportasi dari segi jumlah yang digunakan pada sistem eksisting kerja.

5.1 Batasan Umum Pemilihan Skenario

Skenario perbaikan berikutnya akan dikenakan pada model eksisting, sehingga skenario perbaikan terhadap sistem kerja diharapkan dapat meningkatkan *service level* dari perusahaan terkait dengan kemampuan kerja aset transportasi melayani permintaan. Namun, terdapat beberapa batasan pada pemilihan skenario. Pada kondisi real, *reach stacker* tidak diperkenankan lebih dari empat buah dikarenakan kapasitas depo tidak akan cukup untuk menampung pergerakan aktif *reach stacker* dengan jumlah lebih dari 4. Truk trailer tidak terdapat batasan pada pergerakan, namun dalam rencana investasi, manajer aset transportasi hendak menambahkan 10 buah truk trailer. Jumlah penambahan truk sebanyak 10 buah adalah jumlah penambahan maksimal yang setara pada batasan dari budget investasi perusahaan pada sektor operasional & manajemen aset.

5.2 Skenario Perbaikan

Skenario perbaikan merupakan rancangan perubahan pada sistem kerja guna mencapai kondisi terbaik. Simulasi skenario perbaikan menggunakan batasan umum pada sub-bab sebelumnya sebagai acuan pemilihan skenario. Pada model simulasi, skenario perbaikan dianalisa setiap minggunya, sehingga konsekuensi dari perubahan *service level* dapat diamati dan menjadi pertimbangan pada skenario untuk minggu berikutnya. Terdapat tiga skenario perbaikan yang ditinjau berdasarkan *service level* pada periode awal (Tabel 5.1).

Tabel 5.1 Skenario Perbaikan

No	Skenario
I	Penambahan 10 Truk Trailer
II	Pengalokasian Reach Stacker depo 3 ke depo 2
III	Kombinasi Skenario I & II

Pertama, penambahan jumlah armada sebanyak 10 buah truk trailer (maksimal investasi aset transportasi yang diberikan senilai 10 truk trailer 40 feet). Kedua, utilisasi dari *reach stacker* depo ketiga sangat rendah (Tabel 5.2). Berdasarkan hasil dari setiap replikasi pada *output* simulasi, rata-rata utilisasi dari *reach stacker* pada depo ketiga sebesar 0.02728.

Tabel 5.2 Utilisasi Aset Transportasi Eksisting Minggu Awal

Jenis Aset	Depo	Utilitas per Replikasi					Rata-rata Utilisasi
		1	2	3	4	5	
Reach Stacker	1	0.29806	0.10055	0.08812	0.09848	0.08515	0.134072
Reach Stacker	2	0.40364	0.09795	0.12983	0.17505	0.15245	0.191784
Reach Stacker	3	0.03199	0.00542	0.05198	0.02344	0.02357	0.02728
Reach Stacker	4	0.07392	0.05507	0.06155	0.29427	0.0948	0.115922
Reach Stacker	5	0.10207	0.11627	0.11027	0.14763	0.02709	0.100666
Trailer	1,2,3 ,4,5	0.52448	0.09893	0.03872	0.32674	0.02154	0.202082

Dengan rata-rata utilisasi tersebut, reach stacker pada depo ketiga dimungkinkan untuk dialokasikan ke depo lainnya yang memiliki *service level* terendah (pada hasil simulasi *reach stacker* dengan rata-rata utilisasi terendah ada pada depo

ketiga). Ketiga, kombinasi dari keduanya dimana penambahan jumlah truk serta pengalokasian *reach stacker* pada skenario kedua dilakukan bersamaan.

Output waktu pelayanan dari sistem kerja hasil perhitungan simulasi (Lampiran F) selanjutnya akan diolah dengan melakukan perhitungan *service level* (persamaan [6]). Tabel (5.3-5) merupakan hasil perhitungan peramalan dari setiap skenario perbaikan berdasarkan *service level* masing-masing pada pekan pertama. Melalui persamaan [7] dan persamaan [8] rata-rata serta standar deviasi dari normal distribusi dihitung. Besarnya permintaan pada periode sebelumnya merupakan jumlah populasi volume permintaan yang dicatat dari *running* simulasi, sedangkan nilai *service level* periode sebelumnya diambil dari nilai *service level* hasil dari simulasi eksisting dalam periode satu minggu.

Tabel 5.3 *Service-Sensitive Demand* Skenario I

Forecast (depo, Jenis Stuffing)	SL(t-1)	SL(t)	$\mu_{(t-1)}$	$\mu_{(t)}$	$\sigma_{(t-1)}$	$\sigma_{(t)}$
11	87.59%	89.66%	2.927374	2.930398	1.696885	1.697761
12	82.57%	83.46%	6.071875	6.074586	2.558008	2.55858
21	55.52%	100.00%	5.040146	5.15224	2.231414	2.256091
22	55.34%	100.00%	7.046358	7.203704	2.654419	2.683892
31	100.00%	100.00%	1.615023	1.615023	1.249009	1.249009
32	100.00%	100.00%	4.972868	4.972868	2.251511	2.251511
41	83.15%	91.09%	3.770181	3.785142	1.972373	1.976283
42	79.55%	90.58%	6.049327	6.082661	2.268948	2.27519
51	51.89%	97.13%	4.674658	4.78041	2.232814	2.257929
52	59.65%	99.79%	6.994645	7.135039	2.677976	2.704718

Jenis Stuffing 1= Stuffing Dalam ; 2 = Stuffing Luar

Tabel 5.4 *Service-Sensitive Demand* Skenario II

Forecast (depo, Jenis Stuffing)	SL(t-1)	SL(t)	$\mu_{(t-1)}$	$\mu_{(t)}$	$\sigma_{(t-1)}$	$\sigma_{(t)}$
11	87.59%	100.00%	2.981263	2.999758	1.738952	1.744338
12	82.57%	100.00%	6.038835	6.091462	2.405037	2.415494

21	55.52%	100.00%	5.062082	5.174664	2.242678	2.267479
22	55.34%	100.00%	7.07657	7.234591	2.650434	2.679863
31	100.00%	100.00%	1.408472	1.402775	1.154512	1.152175
32	100.00%	100.00%	5.161017	5.161017	2.324597	2.324597
41	83.15%	100.00%	3.683824	3.714859	1.996798	2.005192
42	79.55%	100.00%	6.065817	6.127825	2.441206	2.453652
51	51.89%	91.91%	4.535836	4.644951	2.124974	2.150381
52	59.65%	56.30%	7.003942	6.992216	2.711813	2.709542

Jenis Stuffing 1= Stuffing Dalam ; 2 = Stuffing Luar

Tabel 5.5 Service-Sensitive Demand Skenario III

Forecast (depo, Jenis Stuffing)	SL(t-1)	SL(t)	$\mu_{(t-1)}$	$\mu_{(t)}$	$\sigma_{(t-1)}$	$\sigma_{(t)}$
11	87.59%	100.00%	2.975104	2.99356	1.765706	1.771175
12	82.57%	100.00%	6.099338	6.152492	2.237568	2.247297
21	55.52%	100.00%	4.831599	4.939055	2.177281	2.20136
22	55.34%	100.00%	7.094488	7.252909	2.682556	2.712341
31	100.00%	99.99%	1.532787	1.532781	1.24492	1.244918
32	100.00%	100.00%	4.634703	4.634703	1.902167	1.902167
41	83.15%	100.00%	3.723108	3.754474	1.896374	1.904346
42	79.55%	100.00%	6.214286	6.277811	2.529377	2.542273
51	51.89%	100.00%	4.5571	4.666727	2.051152	2.075677
52	59.65%	100.00%	6.986284	7.12724	2.701747	2.728866

Jenis Stuffing 1= Stuffing Dalam ; 2 = Stuffing Luar

Service level pada pekan pertama menggunakan data *input* yang sama pada kondisi eksisting. Namun, perubahan *service level* akan mempengaruhi input pada periode berikutnya sehingga nilai *service level* setiap depo berubah. Tabel 5.6 Perbandingan antar Skenario Minggu I6 menunjukkan perbandingan antar skenario berdasarkan waktu proses pada minggu awal (Lampiran F).

Tabel 5.6 Perbandingan antar Skenario Minggu I

Lokasi	Jenis Stuffing	Skenario			Service Level Eksisting
		I	II	III	
Depo 1	Dalam	89.66%	100.00%	100.00%	87.59%
	Luar	83.46%	100.00%	100.00%	82.57%
Depo 2	Dalam	100.00%	100.00%	100.00%	55.52%
	Luar	100.00%	100.00%	100.00%	55.34%
Depo 3	Dalam	100.00%	100.00%	99.99%	100.00%
	Luar	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Depo 4	Dalam	91.09%	100.00%	100.00%	83.15%
	Luar	90.58%	100.00%	100.00%	79.55%
Depo 5	Dalam	97.13%	91.91%	100.00%	51.89%
	Luar	99.79%	56.30%	100.00%	59.65%
Rata-rata		95.17%	94.82%	100.00%	75.53%

Skenario perbaikan pada sistem dilakukan dengan melakukan simulasi dengan input volume sistem eksisting namun menggunakan masing-masing inputan strategi dari masing-masing skenario untuk satu pekan awal. Selanjutnya, skenario terpilih akan terkena konsekuensi terkait perubahan *service level*. Persamaan [7] dan [8] digunakan sebagai perhitungan jumlah demand pada pekan berikutnya. Masing-masing skenario akan *dirunning* kembali selama 3 minggu dengan perubahan permintaan terhadap *service-level* yang telah dihitung sebelumnya. Untuk mengetahui *service level* selama satu bulan, perhitungan *service level* dilakukan dengan mengombinasikan data waktu proses hasil *running* minggu awal dengan 3 minggu berikutnya.

5.3 Perbandingan Output Simulasi Perbaikan

Berdasarkan skenario yang digunakan dilakukan perbandingan antara *service level* dari tiap skenario serta skenario dengan model eksisting (Tabel 5.77) berdasarkan hasil waktu proses simulasi (Lampiran G) selama satu bulan. Pada perbandingan antar output. Perbandingan yang digunakan adalah perbandingan

output simulasi antar skenario dengan jumlah replikasi 5 dengan panjang replikasi selama satu bulan.

Tabel 5.7 Perbandingan Rata-Rata *Service Level* Akhir Bulan

Lokasi	Jenis Stuffing	Skenario			Service Level
		I	II	III	Eksisting
Depo 1	Dalam	95.05%	69.90%	93.18%	92.49%
	Luar	94.14%	63.18%	94.66%	90.07%
Depo 2	Dalam	99.29%	92.38%	100.00%	83.81%
	Luar	99.64%	95.32%	100.00%	83.98%
Depo 3	Dalam	61.72%	89.71%	58.34%	48.29%
	Luar	58.27%	90.97%	69.22%	55.65%
Depo 4	Dalam	91.91%	99.95%	80.41%	81.50%
	Luar	84.92%	99.86%	83.21%	81.21%
Depo 5	Dalam	89.04%	63.56%	66.45%	36.92%
	Luar	94.41%	59.90%	66.51%	41.79%
Rata-rata		86.84%	82.47%	81.20%	69.57%

Tabel 5.77 menunjukkan hasil yang positif terhadap perubahan *service level* berdasarkan skenario yang dipilih. Dari ketiga skenario, penambahan jumlah truk trailer sebanyak 10 buah menjadi skenario dengan peningkatan *service level* tertinggi.

5.4 Analisis Output

Analisis pada sistem dilakukan pada periode akhir bulan. Pada akhir minggu awal, Model yang sebelumnya memiliki inputan yang sama untuk setiap skenario selanjutnya akan dievaluasi perubahan karakteristik jumlah permintaan masuk pada setiap depo berdasarkan *service level* yang diberikan, sehingga untuk periode awal minggu kedua hingga akhir bulan, setiap skenario memiliki inputan yang berbeda terhadap karakteristik jumlah permintaan masuk tergantung perubahan *service level* yang diberikan oleh setiap skenario. Perbedaan karakteristik dari jumlah permintaan untuk setiap skenario ini akan menyebabkan perbedaan pula terhadap kemampuan aset transportasi dalam menangani sistem yang bekerja.

Melalui inputan yang berbeda, omdel dari setiap skenario dianalisis kembali dengan mengukur nilai *service level* pada akhir bulan.

Pada output hasil simulasi selama satu bulan (Tabel 5.77), besaran *service level* menunjukkan perubahan urutan dibandingkan dengan hasil simulasi pada minggu awal (Tabel 5.66). Perubahan ini disebabkan oleh perubahan dari rataan permintaan serta standar deviasi dari input simulasi yang berupa kedatangan permintaan setiap terjadinya perubahan *service level*. Koefesien perubah parameter distribusi permintaan α sebesar 0.3 mempengaruhi setiap skenario untuk menjalankan sistem kerja dengan kondisi masing-masing. Peningkatan *service level* akan diikuti oleh peningkatan permintaan pada periode selanjutnya, sehingga dapat menyebabkan kemampuan kerja dari aset transportasi tidak dapat mengimbangi dengan perubahan dari karakteristik permintaan yang masuk.

Dari pencatatan jumlah populasi permintaan yang masuk (Lampiran H), perubahan dari nilai rata-rata setiap permintaan masuk yang didasarkan oleh perubahan *service level* pada akhir minggu awal dapat diamati. Perbedaan karakteristik input dari setiap skenario terkait jumlah permintaan yang masuk memengaruhi kinerja pada setiap depo, sehingga hasil simulasi akan kembali memengaruhi nilai dari *service level* pada akhir bulan. Tabel 5.8 merupakan nilai rata-rata dari populasi masuk pada akhir bulan untuk setiap skenario.

Tabel 5.8 Rata-rata Populasi Permintaan Masuk tiap Skenario

Skenario	I	II	III
μ	5.003949363	4.994711067	5.01031132

Berdasarkan analisis dari perubahan karakteristik inputan dari tiap skenario, komponen utama pada aset transportasi yang penting untuk ditambahkan adalah truk trailer karena dapat menanggulangi lonjakan permintaan yang terjadi. *Service level* juga dapat ditingkatkan pada kondisi ini tanpa menggelontorkan biaya investasi aset dengan mengalokasikan Reach Stacker pada depo 3 ke depo 2. Apabila *service level* yang diinginkan meningkat dan berkecenderungan stabil, penambahan truk merupakan opsional yang baik, namun terdapat pertimbangan biaya investasi untuk meningkatkan *service level* dengan pilihan ini.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 6

KESIMPULAN & SARAN

Bab ini akan menjelaskan kesimpulan dari hasil komputasi berdasarkan metode yang digunakan dan saran untuk penelitian kedepannya.

6.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan dari hasil penelitian.

1. Berdasarkan hasil dari output skenario perbaikan serta analisis yang diberikan, penambahan jumlah truk trailer (*container truck*) sejumlah 10 buah merupakan skenario paling baik. Keputusan untuk menambah armada truk sebanyak 10 buah dapat meningkatkan rata-rata *service level* sebesar 17.27%. Peningkatan *service level* terbaik adalah dengan menambah jumlah truk, namun terdapat biaya investasi untuk penambahan aset tersebut yang perlu dipertimbangkan.
2. Berdasarkan hasil dari output skenario perbaikan yang diberikan, jumlah *reach stacker* yang direkomendasikan sejumlah 2 untuk depo pertama, 2 untuk depo kedua, 1 untuk depo ketiga, 2 untuk depo keempat, dan 3 untuk depo kelima. Jumlah tersebut dapat meningkatkan *service level* sebesar 12.9%. Namun, pengalokasian jumlah dari *reach steacker* ini tidak disarankan untuk turut menambahkan jumlah truk trailer. Kombinasi ini dapat meningkatkan jumlah permintaan lebih besar dibandingkan dengan kedua skenario akibat peningkatan *service level*, sehingga kemampuan aset transportasi untuk melayani jumlah permintaan tidak lebih baik dibanding dengan skenario lainnya.

6.2 Saran

Berikut merupakan saran dari hasil penelitian untuk kedepannya.

1. Penelitian lebih lanjut pada analisis biaya terkait penambahan jumlah aset transportasi terkait jumlah investasi yang dialokasikan perusahaan untuk sektor manajemen aset perlu ditambahkan.

2. Permodelan pada sistem kedepannya dikembangkan dengan menggunakan analisis terhadap pengaruh faktor biaya dari penyewaan terkait harga *seasonal* per TEU dan *discount rate* untuk setiap pemesanan peti kemas per n TEU.
3. Permodelan pada sistem kedepannya dikembangkan dengan menganalisis faktor kongesti pada pelabuhan yang dapat mempengaruhi waktu proses kerja pada sistem.
4. Permodelan pada sistem kedepannya diharapkan dapat dikembangkan dengan melihat ketiga aspek terkait jumlah aset transportasi, perumusan kebijakan biaya sewa peti kemas per TEU, serta pengaruh kongesti pada pelabuhan untuk dapat menganalisis *service level* yang diberikan perusahaan terkait dinamika permintaan yang disebabkan ketiga aspek tersebut.

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A – Kedatangan Demand Stuffing Dalam.....	49
LAMPIRAN B – Kedatangan Demand Stuffing Luar	49
LAMPIRAN C – Sub-Model Depo Petikemas	50
LAMPIRAN D – Dermaga Muat.....	51
LAMPIRAN E – Bongkar-Muat Kapal	52
LAMPIRAN F – Waktu Proses (Akhir Minggu Awal)	53
LAMPIRAN G – Waktu Proses (Akhir Bulan)	54
LAMPIRAN H – Populasi Permintaan Masuk (Akhir Bulan).....	55

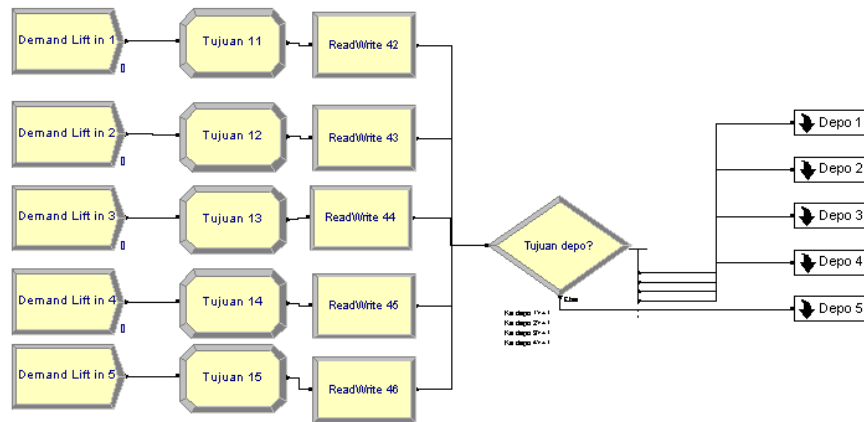
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

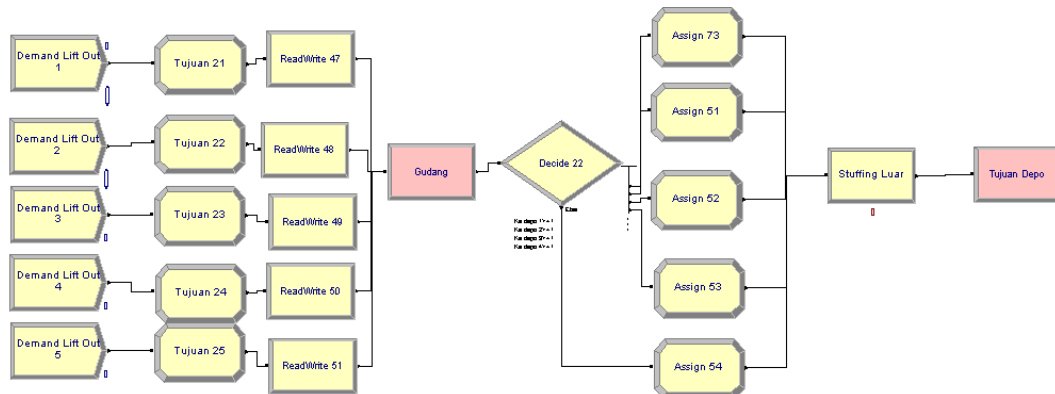
- Adaptalift Hyster, 2015. *aalhysterforklifts.com.au*. [Online]
Available at: http://www.aalhysterforklifts.com.au/index.php/new-forklifts/big_trucks/RS45_46_Reach_Stackers
[Accessed 4 5 2015].
- Association Inland Rivers Ports & Terminal, Inc., 2013.
http://www.irpt.net/information/. [Online]
Available at: <http://www.irpt.net/information/>
[Accessed 19 4 2015].
- Europacific, 2013. *europacific.si*. [Online]
Available at: <http://www.europacific.si/info/informacije-o-kamionih-in-prikolicah>
[Accessed 4 5 2015].
- Maersk Group, 2015. *maersk.com*. [Online]
Available at: <http://maersk.com/en/industries/transport>
[Accessed 4 5 2015].
- Manurung, S., 2015. *Apa atribut yang mempengaruhi pemilihan penggunaan jasa terhadap perusahaan peti kemas* [Interview] (25 3 2015).
- Merkuryev, Y., Petuhova, J. & Grabis, J., 2003. *Analysis of dynamic properties of an inventory system with service-sensitive demand using simulation*. Riga, Proceedings 15th European Simulation Symposium.
- Merkuryev, Y., Petuhova, J. & Grabis, J., 2005. Managing service-sensitive demand through simulation. In: P. M. Pardalos & D. W. Hearn, eds. *Supply Chain Optimization*. Boston: Springer, p. 47.
- Pritsker, A., O'reilly, J. & Laval, D., 1997. *Simulation with Visual Slam and Awesim*. New York, John Wiley & Sons Inc..
- Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia, 2015. *KBBI Dalam Jaringan*. [Online]
Available at: <http://badanbahasa.kemdikbud.go.id/kbbi/index.php>
[Accessed 18 4 2015].

- Rabelo, L., Helal, M., Jones, A. & Min, H.-S., 2005. Enterprise simulation: a hybrid system approach. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 18(6), p. 499.
- Sekretaris Dewan Kelautan Indonesia, 2012. *.dekin.kkp.go.id*. [Online]
Available at:
<http://www.dekin.kkp.go.id/?q=news&id=20120802100908355974768552433825750659740299>
[Accessed 19 4 2015].
- Shanthikumar, J. G. & Sargent, R. G., 1983. A Unifying View of Hybrid Simulation/Analytic Models and Modeling. *JSTOR*, 31(6), pp. 1030-1052.
- Sterman, J., 2000. *Business Dynamics: System Thinking and Modelling for a Complex World*. New York: McGraw Hill.
- Suyono, R. P., 2007. *SHIPPING: Pengangkutan Intermodal Ekspor Impor Melalui Laut*. 4th ed. Jakarta: Percetakan Argya Putra.
- Wirjodirdjo, B., 2012. *Pengantar Metodologi Sistem Dinamik*. 1st ed. Surabaya: ITS Press.
- Zulkepli, J. & Mustafee, N., 2012. *Hybrid Simulation for Modelling Large System: An Example of Integrated Care Model*. Uxbridge, IEEE xplore.

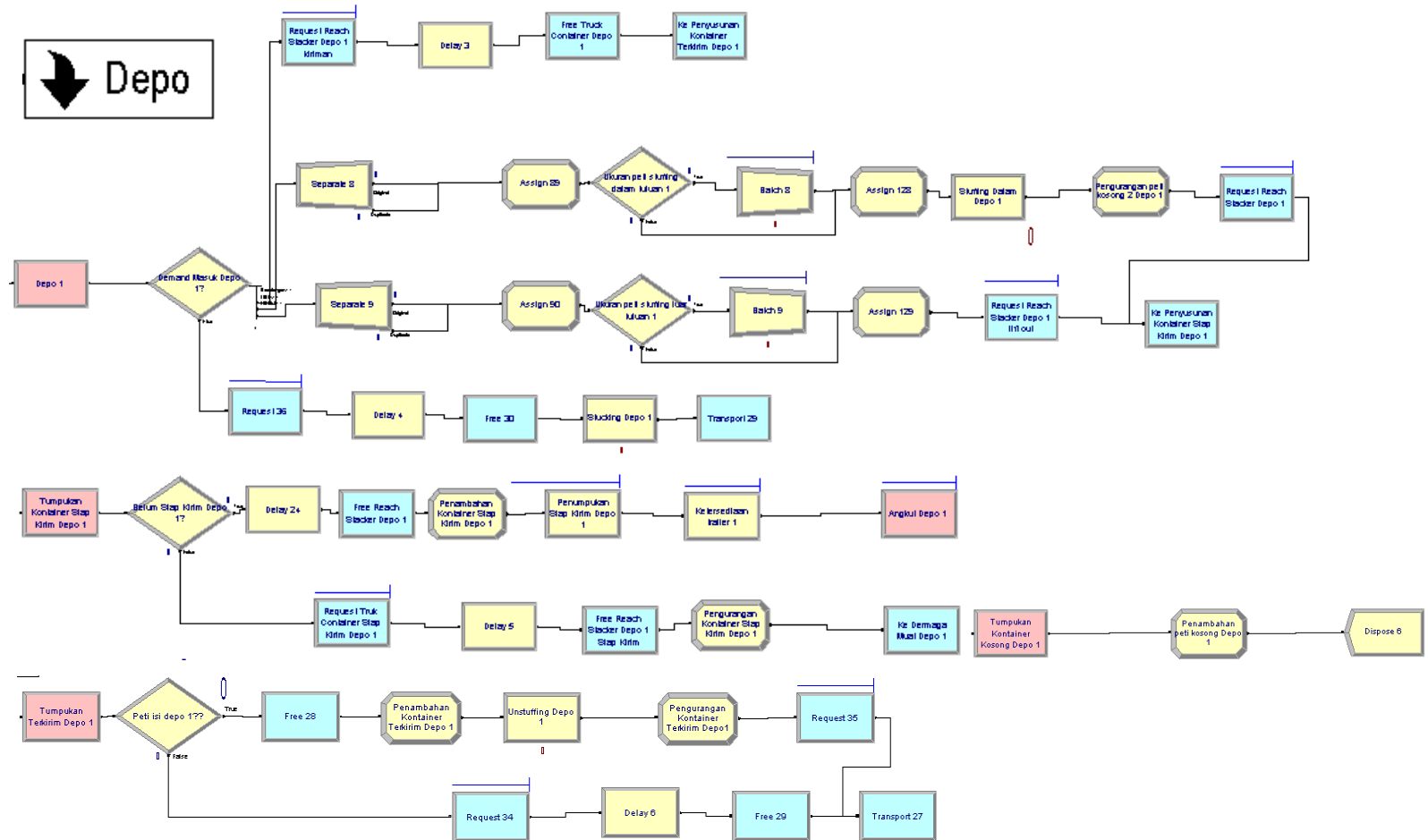
LAMPIRAN A – Kedatangan Demand Stuffing Dalam



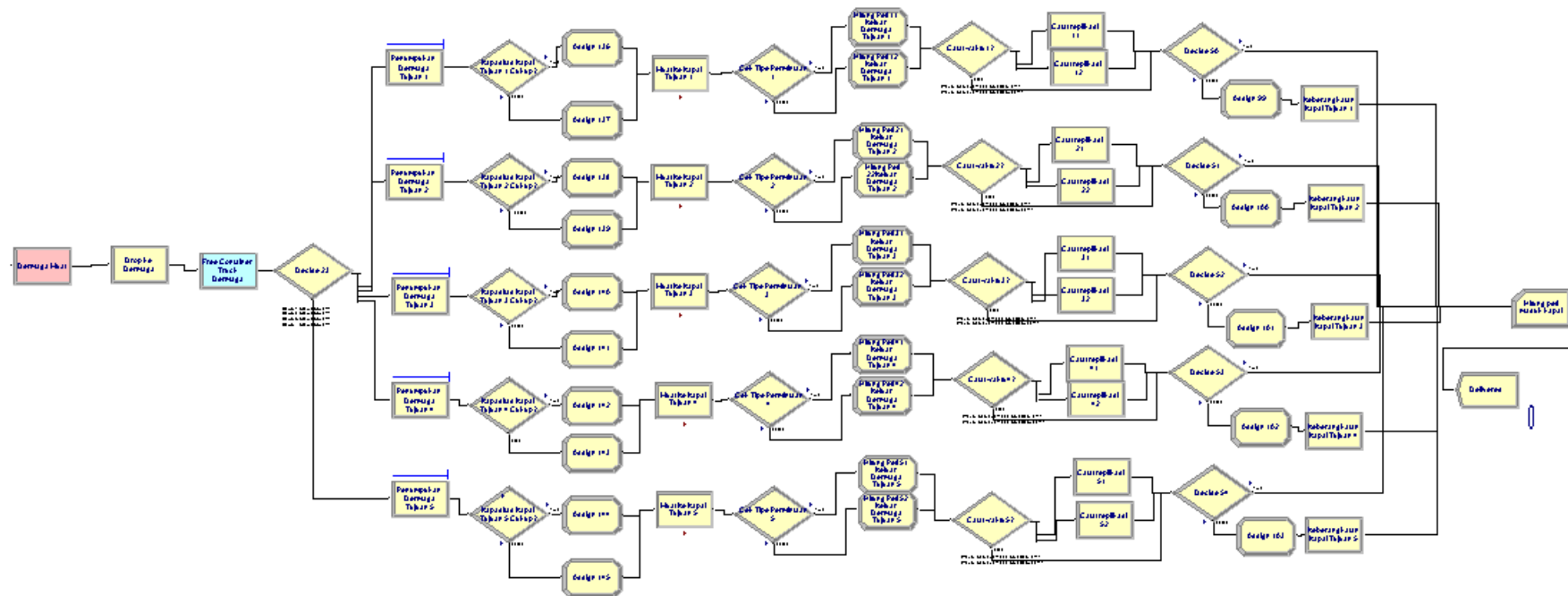
LAMPIRAN B – Kedatangan Demand Stuffing Luar



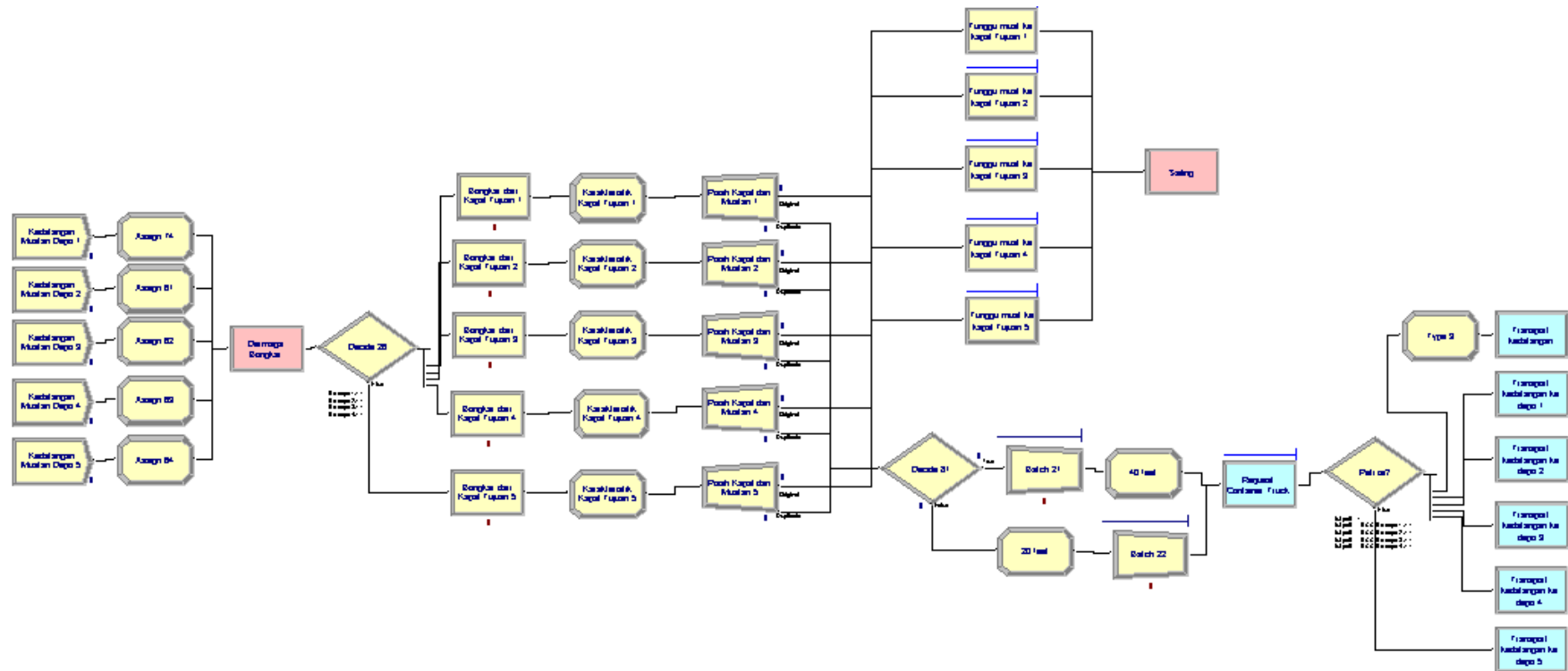
LAMPIRAN C – Sub-Model Depo Petikemas



LAMPIRAN D – Dermaga Muat



LAMPIRAN E – Bongkar-Muat Kapal



LAMPIRAN F – Waktu Proses (Akhir Minggu Awal)

(Eksisting)

Tujuan(depo,jenis)	11	12	21	22	31	32	41	42	51	52
Mean	21.7016	28.1566	58.9913	59.65	3.38526	2.83638	30.4264	30.9545	67.902	52.4378
Standar Deviasi	43.5535	46.7749	93.7245	91.9943	6.02818	6.43816	43.3003	49.7021	86.5854	80.0975

jenis 1 = Stuffing Dalam ; 2 = Stuffing Luar

(Skenario I)

Tujuan(depo,jenis)	11	12	21	22	31	32	41	42	51	52
Mean	17.6311	23.303	1.59606	1.09507	1.03651	0.63988	21.1588	19.3035	19.9857	10.0854
Standar Deviasi	43.0701	50.0663	1.33582	1.46175	0.38535	0.86745	37.7687	40.0716	27.3666	21.6211

jenis 1 = *Stuffing* Dalam ; 2 = *Stuffing* Luar

(Skenario II)

Tujuan(depo,jenis)	11	12	21	22	31	32	41	42	51	52
Mean	2.10334	1.80015	1.51216	0.69663	1.82925	1.32572	2.40457	2.09662	22.0862	58.823
Standar Deviasi	4.36228	5.24734	1.64076	0.74599	4.0376	2.47895	7.08829	6.44336	35.6773	83.1071

jenis 1 = *Stuffing* Dalam ; 2 = *Stuffing* Luar

(Skenario III)

Tujuan(depo,jenis)	11	12	21	22	31	32	41	42	51	52
Mean	3.46154	4.45334	1.54936	0.81055	5.47995	5.21276	1.52068	0.84751	7.46461	6.0395
Standar Deviasi	8.24841	10.5525	1.25843	1.32657	11.5491	13.8669	2.18674	2.31007	17.0448	15.1049

jenis 1 = *Stuffing* Dalam ; 2 = *Stuffing* Luar

LAMPIRAN G – Waktu Proses (Akhir Bulan)

(Eksisting)

Tujuan(depo,jenis)	11	12	21	22	31	32	41	42	51	52
Mean	18.651	19.9883	19.4212	19.6581	77.4905	57.0802	25.681	25.3947	99.6871	88.1555
Standar Deviasi	37.0861	40.4541	53.2801	52.6767	128.144	104.979	51.6649	52.6129	82.9256	77.9057

jenis 1 = Stuffing Dalam ; 2 = Stuffing Luar

(Skenario I)

Tujuan(depo,jenis)	11	12	21	22	31	32	41	42	51	52
Mean	13.3505	13.996	7.95391	6.83838	43.0979	49.8964	19.4027	25.9081	22.0511	16.401
Standar Deviasi	35.546	37.0198	26.1255	24.2449	96.9152	105.809	37.589	44.6221	40.6607	34.9731

jenis 1 = Stuffing Dalam ; 2 = Stuffing Luar

(Skenario II)

Standar Deviasi	11	12	21	22	31	32	41	42	51	52
Mean	27.8413	37.942	14.1072	11.5169	15.99	15.1142	9.04337	9.86466	41.7165	49.0337
Standar Deviasi	84.6699	101.141	40.4621	36.0768	44.2756	42.4778	19.1256	20.7191	87.3519	91.6157

jenis 1 = Stuffing Dalam ; 2 = Stuffing Luar

(Skenario III)

Tujuan(depo,jenis)	11	12	21	22	31	32	41	42	51	52
Mean	15.6763	13.7889	3.83124	4.85414	53.274	34.319	28.66	28.0109	45.2442	43.2357
Standar Deviasi	37.8211	36.1024	13.017	16.7613	88.8814	75.06	50.6069	45.6967	62.9833	67.4582

jenis 1 = Stuffing Dalam ; 2 = Stuffing Luar

LAMPIRAN H – Populasi Permintaan Masuk (Akhir Bulan)

(Eksisting)

DEPO NO.	DEPO 1		DEPO 2		DEPO 3		DEPO 4		DEPO 5	
JENIS STUFFING	Dalam	Luar	Dalam	Luar	Dalam	Luar	Dalam	Luar	Dalam	Luar
μ	2.97121	6.284153	4.924725	6.904808	1.526606	5.043103	3.680313	6.132124	4.532091	7.069785
σ	1.713524	2.54366	2.235538	2.723296	1.241954	2.225315	1.925924	2.45914	2.11949	2.746581

(Skenario I)

DEPO NO.	DEPO 1		DEPO 2		DEPO 3		DEPO 4		DEPO 5	
JENIS STUFFING	Dalam	Luar	Dalam	Luar	Dalam	Luar	Dalam	Luar	Dalam	Luar
μ	2.966762	6.167015	5.143198	7.089787	1.710434	5.056657	3.818599	6.131195	4.79542	7.160428
σ	1.6374	2.643631	2.255029	2.68052	1.068915	2.218765	1.943628	2.226644	2.191583	2.692893

(Skenario II)

DEPO NO.	DEPO 1		DEPO 2		DEPO 3		DEPO 4		DEPO 5	
JENIS STUFFING	Dalam	Luar	Dalam	Luar	Dalam	Luar	Dalam	Luar	Dalam	Luar
μ	3.048323	6.186992	5.232735	7.209588	1.484479	5.109325	3.73491	6.123348	4.743304	7.074108
σ	1.679157	2.551625	2.29126	2.659761	1.000157	2.270628	1.891692	2.437344	2.13513	2.621236

(Skenario III)

DEPO NO.	DEPO 1		DEPO 2		DEPO 3		DEPO 4		DEPO 5	
JENIS STUFFING	Dalam	Luar	Dalam	Luar	Dalam	Luar	Dalam	Luar	Dalam	Luar
μ	3.161665	6.311547	4.976339	7.131643	1.818374	4.686217	3.842009	6.361823	4.6877	7.125798
σ	1.643831	2.183927	2.138084	2.593511	0.937114	1.865653	1.868738	2.528609	2.109491	2.754995

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis lahir di Jakarta pada tanggal 19 Desember 1991 dengan nama Chrisman Pinondang. Penulis menempuh pendidikan formal pada SD Strada Nawar, SMP St. Markus II, dan SMAN 113 Jakarta. Pada tahun 2011, penulis mulai menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama masa perkuliahan, penulis pernah tergabung dalam himpunan mahasiswa jurusan teknik industri sebagai staff Divisi IE FAIR, Koordinator eventual AKATARA sebuah Badan semi-Otonom pada Himpunan Mahasiswa Teknik Industri, serta menjadi asisten laboratorium komputasi dan optimisasi industry. Selama masa perkuliahan, penulis melakukan kerja praktek pada WILMAR Ltd. Penulis dapat dihubungi chrismanpinondang@gmail.com.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)